4e Série, t. XI. — 1911. — N°s 1-2

9069
Smith
54

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832

QUATRIÈME SÉRIE

TOME ONZIÈME

FROM
PHILOSOPHICAL SOC
—OF—
WASHINGTON

FASCICULES 1-2 :

Liste des Membres de la Société, etc. : pp. V-XLVI
Prix et Fondations de la Société : pp. XLVII-XLVIII
Feuilles 1-7.

Smithsonian Institution,
DEC 18 1912
225658
National Museum.

PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI

1911

PUBLICATION MENSUELLE NOVEMBRE 1911

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

Art. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les arts industriels et l'agriculture.

Art. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation[1] et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

Art. 38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de Novembre à Juillet.

Art. 39. — La Société se réunit deux fois par mois (le 1er et le 3e lundi du mois).

Art. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

Art. 46. — Les membres de la Société ne peuvent lire devant elle aucun ouvrage déjà imprimé.

Art. 48. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

Art. 50. — Chaque année, de Juillet à Novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

Art. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. 55. — ... Il ne peut être vendu aux personnes étrangères à la Société qu'au prix de la cotisation annuelle.

Art. 58. — Les membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années du Bulletin pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Toutefois, les volumes correspondant aux années antérieures à leur entrée dans la Société leur sont cédés, après décision spéciale du Conseil et conformément à un tarif déterminé.

Art. 60. — Quelle que soit la longueur des notes ou mémoires insérés au Bulletin, les auteurs pourront en faire faire à leurs frais un tirage à part.

Art. 73. — *Chaque membre paye: 1° un droit d'entrée; 2° une cotisation annuelle*[2].

Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs.

La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs.

La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (**400 francs**).

Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : **1000 francs**).

---

1. Les personnes qui désireraient faire partie de la Société et qui ne connaîtraient aucun membre qui pût les présenter n'auront qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

2. *Néanmoins sur la demande des parrains les nouveaux membres peuvent n'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le Bulletin que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.*

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

LISTE DES ANCIENS PRÉSIDENTS
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(† indique les anciens Présidents décédés)

	MM.
1830.	† Ami Boué.
	† de Roissy.
1831.	† Cordier.
1832.	† Brongniart (Alex.).
1833.	† de Bonnard.
1834.	† Constant Prévost.
1835.	† Ami Boué.
1836.	† Élie de Beaumont.
1837.	† Dufrénoy.
1838.	† Cordier.
1839.	† Constant Prévost.
1840.	† Brongniart (Alex.).
1841.	† Passy.
1842.	† Cordier.
1843.	† d'Orbigny (Alcide).
1844.	† d'Archiac.
1845.	† Élie de Beaumont.
1846.	† de Verneuil.
1847.	† Dufrénoy.
1848.	† Michelin.
1849.	† d'Archiac.
1850.	† Élie de Beaumont.
1851.	† Constant Prévost.
1852.	† d'Omalius d'Halloy.
1853.	† de Verneuil.
1854.	† d'Archiac.
1855.	† Élie de Beaumont.
1856.	† Deshayes.
1857.	† Damour.
1858.	† Viquesnel

	MM.
1859.	† Hébert.
1860.	† Levallois.
1861.	† Ste-Claire-Deville (Ch.).
1862.	† Delesse.
1863.	† Gaudry (Albert).
1864.	† Daubrée.
1865.	† Gruner (L.).
1866.	† Lartet (Édouard).
1867.	† de Verneuil.
1868.	† Belgrand.
1869.	† de Billy.
1870-71.	† Gervais (P.).
1872.	† Hébert.
1873.	† de Roys (Marquis).
1874.	† Cotteau.
1875.	† Jannettaz (Ed.).
1876.	† Pellat (Ed.).
1877.	† Tournouër.
1878.	† Gaudry (Albert).
1879.	† Daubrée.
1880.	† de Lapparent (Albert)
1881.	† Fischer.
1882.	Douvillé (Henri).
1883.	† Lory (Ch.).
1884.	† Parran.
1885.	† Mallard.
1886.	† Cotteau.
1887.	† Gaudry (Albert).
1888.	† Schlumberger.
1889.	† Hébert.

	MM.		MM.
1890.	† Bertrand (Marcel).	1901.	Carez (Léon).
1891.	† Munier-Chalmas.	1902.	Haug (Émile).
1892.	Michel Lévy.	1903.	Boule (Marcellin).
1893.	Zeiller.	1904.	Termier (Pierre).
1894.	Gosselet.	1905.	† Peron (A.).
1895.	Linder.	1906.	† Boistel (A.).
1896.	Dollfus (Gustave).	1907.	Cayeux (L.).
1897.	Barrois (Charles).	1908.	Douvillé (Henri).
1898.	Bergeron (Jules).	1909.	† Janet (Léon).
1899.	de Margerie (Emm.).	1910.	Lacroix (A.).
1900.	† de Lapparent (Albert)		

LAURÉATS DU PRIX VIQUESNEL

	MM.		MM.
1876.	† Munier-Chalmas.	1890.	Bergeron (J.).
1877.	Barrois (Ch.).	1893.	Haug (Emile).
1878.	Fabre (G.).	1896.	Cossmann (M.).
1879.	† Fontannes (F.).	1898.	Glangeaud (Ph.)
1880.	† Hermite.	1900.	Choffat (Paul).
1881.	Œhlert.	1902.	Roussel (Joseph).
1882.	Vasseur (G.).	1904.	Pervinquière (Léon).
1883.	Dollfus (G.).	1906.	Bresson (A.).
1884.	Leenhard.	1908.	Thevenin (A.).
1887.	Michel Lévy.	1910.	Douvillé (Robert).

LAURÉATS DU PRIX FONTANNES

	MM.		MM.
1889.	† Bertrand (Marcel).	1901.	Paquier (V.-L.).
1891.	Barrois (Ch.).	1903.	Gentil (L.).
1893.	Kilian (W.).	1905.	Cayeux (L.).
1895.	Delafond (Fr.).	1907.	Lemoine (Paul).
1897.	Boule (Marcellin).	1909.	Jacob (Charles)
1899.	Ficheur (E.).		

LAURÉATS DU PRIX PRESTWICH

	MM.		M.
1903.	Termier (Pierre).	1909.	Carez (Léon).
1906.	Lugeon (Maurice).		

ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

POUR L'ANNÉE 1911

BUREAU

Président :

M. D. Oehlert.

Vice-Présidents :

MM. Louis Gentil.
Paul Lemoine.
MM. G. Sayn.
Louis Mrazec.

Secrétaires :

Pour la France :

M. Antonin Lanquine.

Pour l'Étranger :

M. Robert Douvillé.

Vice-Secrétaires :

M. François Favre.
M. A. Lauby.

Trésorier :

M. M. Cossmann.

Archiviste :

M. Paul Jodot.

CONSEIL

(Le Bureau fait essentiellement partie du Conseil [art. IV des statuts])

MM. A. Dollot.
E. de Margerie.
H. Boursault.
Stan. Meunier.
H. Douvillé.
P. Termier.
MM. M. Boule.
A. Thevenin.
A. Lacroix.
G. F. Dollfus.
Emile Haug.
Léon Carez.

COMMISSIONS

Commissions de publication et des Archives

MM. D. Œhlert, A. Lanquine, R. Douvillé, M. Cossmann, P. Jodot, membres du Bureau, font partie de ces Commissions.

Bulletin.

MM. Henri Douvillé, G. F. Dollfus, L. Gentil, E. de Margerie, A. Lacroix.

Mémoires de Géologie.

MM. P. Termier, P. Lemoine, J. Bergeron.

Mémoires de Paléontologie.

MM. H. Douvillé, M. Boule, Em. Haug, A. Thevenin, R. Zeiller, L. Pervinquière.

Commission des Archives et de la Bibliothèque.

MM. de Margerie, Paul Lemoine, J. Blayac.

Commission de Comptabilité

MM. P. Termier, H. Douvillé, A. Dollot.

Commission des Prix.

12 membres dont 22 habitant la Province ou l'Étranger.

Le Président et les Vice-Présidents de la Société; Les anciens Présidents; Les Lauréats des divers Prix de la Société et en outre : MM. A. Bigot, Collot, Nicklès, A. de Grossouvre, Mouret.

MEMBRES A PERPÉTUITÉ[1]

† Barotte (J.).
† Bazille (Louis).
† Cotteau (Gustave).
† Danton.
† Daubrée (A.).
† Dollfus-Ausset (Daniel).
† Fontannes (Louis).
† Jackson (James).
† Gaudry (Albert).
Gosselet (J.).
† Grad (Ch.).
† Lagrange (Docteur).
† Lamothe (Colonel de).
† Levallois (J.).
† Mieg (Mathieu).
† Parandier.
† Prestwich (Joseph).
† Reymond (Ferdinand).
† Roberton (Docteur).
† Tournouër.
† Verneuil (Édouard de).
† Viquesnel.
† Virlet d'Aoust (Pierre-Théodore).
Bibliothèque de l'Université de Bale (Suisse).
Compagnie des Chemins de fer de Paris a Lyon et a la Méditerranée, 88, rue Saint-Lazare, Paris.
Compagnie des Forges de Chatillon-Commentry, 19, rue de la Rochefoucauld, Paris.
Compagnie des Minerais de Fer magnétique de Mokta-el-Hadid, 26, avenue de l'Opéra, Paris.
Compagnie des Mines de la Grand'Combe, 17, rue Laffite, Paris.
Société anonyme des Houillères de Bessèges et Robiac, 17, rue Jeanne-d'Arc, Nîmes (Gard).

MEMBRE DONATEUR

† Madame C. Fontannes.

1. Sont *membres à perpétuité* les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (*Décision du Conseil* du 2 novembre 1840).
† Indique les membres à perpétuité décédés.

LISTE GÉNÉRALE DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

AU 1er JANVIER 1911

(Le signe [P] indique les membres à perpétuité et l'astérisque * les membres à vie.)

MM.

1905 Aguilar Santillan (Raphaël), Secrétaire bibliothécaire de l'Institut géologique national, 5a, del Ciprès, n° 2728, Mexico (Mexique).

1889 Aguilera (José-Guadalupe), Directeur de l'Institut géologique national, 5a, del Ciprès, n° 2728, Mexico (Mexique).

1867 Aguillon, Inspecteur général des Mines, 71, rue du Faubourg-Saint-Honoré, Paris, VIII.

1908 Allahverdjiew (Dimitri G.), Professeur au Gymnase, à Sliven (Bulgarie).

1898 Allard (Joseph-Alexandre), Ingénieur des Arts et Manufactures, Voreppe (Isère).

1905 Allorge (Maurice), Lecturer of Geology, the University Museum, Oxford (Grande-Bretagne).

1878 Almera (Chanoine Jaime), 1, calle Sagristans, 3°, Barcelone (Espagne).

1902 Ambayrac (J. Hippolyte), Professeur honoraire, 6, place Garibaldi, Nice (Alpes-Maritimes).

1899 Amiot (Henri), Ingénieur en chef au Corps des Mines, adjoint à la Direction de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, 4, rue Weber, Paris, XVI.

1907 10 Argand (Émile), 10, rue des Terreaux, Lausanne (Suisse).

1904 Arrault (René), Ingénieur civil, Entrepreneur de sondages, 69, rue de Rochechouart, Paris, IX.

1896 Arthaber (Dr Gustav A. Edler von), Professeur de Paléontologie à l'Université, IX, Ferstelgasse, 3, Vienne (Autriche).

1888* Aubert (Francis), Ingénieur en chef au Corps des Mines, 38, rue Lamartine, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

1909 Aubert (Frédéric), Château d'Oisème, près Chartres (Eure-et-Loir).

1908 Aubrun, Ingénieur au Corps des Mines, 132 *bis*, boulevard Raspail, Paris, VI.

1874 Ault-Dumesnil (d'), 228, rue du Faubourg-Saint-Honoré, Paris, VIII.

1889 Azéma (Joseph), Licencié ès sciences, 14, rue de la Mairie, Pamiers (Ariège).

1901 Azéma (Colonel Léon), 137, avenue Parmentier, Paris, X.

1903 Ball (John), Ph. D., Inspecteur en chef au Geological Survey, Le Caire (Égypte).

1899 20 Balsan (Charles), Manufacturier, Député de l'Indre, 8, rue de La Baume, Paris, VIII.

1909* Bamberg (Paul), 87-88, Kaiserallee, Friedenau, Berlin (Allemagne).

1875* Bardon (Paul), 9, avenue Perrichont, Paris, XVI.

1901 Barré (Commandant O.), 10, avenue Henri-Martin, Paris, XVI.

1880* Barret (Abbé), Doyen de Formeries (Oise).

1905 Barrillon (Léon), ancien Ingénieur en chef de la Compagnie des Mines d'Aniche, 12, rue Brémontier, Paris, XVI.

1873* Barrois (Charles), Membre de l'Institut, 41, rue Pascal, Lille (Nord).

1899 Barthélemy (François), 2, place Sully, Maisons-Laffitte (Seine-et-Oise).

1864* Bary (Émile de), Guebwiller (Haute-Alsace).

1885 Bayle (Paul), Directeur des mines et usines de la Société lyonnaise des Schistes bitumineux, Autun (Saône-et-Loire).

1903 30 Bédé (Paul), Archiviste de la Compagnie des Phosphates de Gafsa, Sfax (Tunisie).

1881 Beigbeder (David), Ingénieur, 125, avenue de Villiers, Paris, XVII.

1901 Bel (Jean-Marc), Ingénieur civil des Mines, 90, rue d'Amsterdam, Paris, IX.

1878* Bergeron (Jules), Docteur ès sciences, Professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, 157, boulevard Haussmann, Paris, VIII.

1894 Bernard (Augustin), Chargé de cours à l'Université (Faculté des lettres), 61, rue Scheffer, Paris, XVI.

1902 Bernard (Charles-Em.), Ingénieur civil, 12, rue Rosa-Bonheur, Paris, XV.

1894 Béroud (Abbé J. M.), Mionnay (Ain).

1890 Bertrand (Léon), Professeur de Géologie à l'École normale supérieure, Collaborateur principal au Service de la Carte géologique de la France, 137, boulevard Saint-Michel, Paris, VI.

1910 Beugnot (Th.), Vétérinaire major au 12e régiment d'artillerie, licencié ès sciences naturelles, 53, rue de la Fédération, Montreuil-sous-Bois (Seine).

1908 Bézier (T.), Conservateur du Musée d'Histoire naturelle, 9, rue Alphonse-Guérin, Rennes (Ille-et-Vilaine).

1891 40 Bibliothèque de la ville d'Annecy (Haute-Savoie).

1899 [P] Bibliothèque de l'Université de Bâle (Suisse).

1890 Bibliothèque universitaire de Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

1908 Bibliothèque universitaire de Fribourg-en-Brisgau, Bade (Allemagne).

1890 Bibliothèque universitaire de Grenoble (Isère).

1891 Bibliothèque de l'Université catholique de Louvain, 22, rue Neuve, Louvain (Belgique).

1906 Bibliothèque municipale de la Ville, boulevard du Musée, Marseille (Bouches-du-Rhône).

1884 Bibliothèque universitaire, palais de l'Université, Montpellier (Hérault).

1884 Bibliothèque de l'Université de Strasbourg (Alsace-Lorraine).

1884 Bibliothèque universitaire de Médecine et Sciences, allées Saint-Michel, Toulouse (Haute-Garonne).

1887 50 Bigot (A.), Doyen de la Faculté des Sciences, 28, rue de Geôle, Caen (Calvados).

1865* Bioche (Alphonse), 53, rue de Rennes, Paris, VI.

1896 Bizard (René), Avocat, à Epiré, par Savennières (Maine-et-Loire).

1893 Blayac (J.), Préparateur à l'Université (Faculté des Sciences), Répétiteur à l'Institut agronomique, Laboratoire de Géologie, Sorbonne, Paris, V.

1897 Boca, Licencié ès sciences, 5, rue Cassette, Paris, VI.

1896 Bofill y Poch (Arthuro), Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de Barcelone, calle de las Cortès, Barcelone (Espagne).

1892 Bogdanowitch (Ch.), Ingénieur des Mines, École des Mines, Saint-Pétersbourg (Russie).

1882* Bonaparte (Prince Roland), Membre de l'Institut, 10, avenue d'Iéna, Paris, XVI.

1855 Bonnardot (Léon), Varennes-le-Grand (S.-et-L.).

1901 Bonnes (F.), Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'École des Mineurs, 4, place du Marché, Alais (Gard).

1909 60 Bonnet (Pierre), 4, rue Schœlcher, Paris, XIV.

1890 Boone (René), Armurier, Bouin, par Chef-Boutonne (Deux-Sèvres).

1857 Boreau-Lajanadie (Charles), 30, Cours du Pavé des Chartrons, Bordeaux (Gironde).

1878 Bornemann (L.-G.), Eisenach (Saxe-Weimar).

1900 Boubée (Ernest), Naturaliste, 3, place Saint-André-des-Arts, Paris, VI.

1884* Boule (Marcellin), Professeur de Paléontologie au Muséum national d'Histoire naturelle, 3, place Valhubert, Paris, V.

1881 Bourgeat (Chanoine), Doyen de la Faculté catholique des Sciences, 15, rue Charles-de-Muyssart, Lille (Nord).

1887 Bourgery, ancien Notaire, Nogent-le-Rotrou (Eure-et-Loir).

1889 Boursault (Henri), Ingénieur du Service des Eaux au Chemin de fer du Nord, 59, rue des Martyrs, Paris, IX.

1903 Boussac (Jean), Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 224, avenue du Maine, Paris, XIV.

1861 70 Boutillier (Louis), Roncherolles-le-Vivier, par Darnetal (Seine-Inférieure).

1904 Bouzanquet, Ingénieur des Arts et Manufactures, 37, rue d'Amsterdam, Paris, VIII.

1902 Boyer (Joseph), Docteur en médecine, 13, place du Pont, Lyon (Rhône).

1892 Braly (Adrien), Ingénieur civil des Mines, 21, rue Poussin, Paris, XVI.

1898 Branner (John Casper), Professeur de Géologie, Stanford University (California, Etats-Unis).

1906 Bravo (José), Ingénieur en chef des laboratoires du Corps des Ingénieurs des Mines, Professeur de Minéralogie et de Géologie à l'École des Ingénieurs, Lima (Pérou).

1877 Bréon (René), Collaborateur au Service de la Carte géologique de la France, Semur (Côte-d'Or).

1898 Bresson (A.), Docteur ès sciences, Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Besançon (Doubs).

1893 Brives (Abel), Docteur ès sciences, Collaborateur au Service de la Carte géologique de l'Algérie, chargé d'un cours à l'Université (Faculté des Sciences), Mustapha (Alger).

1901 Brouet (G.), Chimiste de la station agronomique de Laon, avenue Brunehaut, Laon (gare) (Aisne).

1909 80 Brouwer (Dr. H. A.), Géologue au Service des Mines (Java, Indes néerlandaises).

1897 Brunhes (Jean), Professeur de Géographie à l'Université, 314, rue Saint-Pierre, Fribourg (Suisse).

1905 Burckhardt (Carlos), Géologue chef de section à l'Institut géologique national, 5a, del Ciprès, n° 2728, Mexico (Mexique).

1859 Bureau (Édouard), Professeur honoraire au Muséum national d'Histoire naturelle, 24, quai de Béthune, Paris, IV.

1880* Bureau (Louis), Professeur à l'École de Médecine, Directeur du Muséum d'Histoire naturelle, 15, rue Gresset, Nantes (Loire-Inférieure).

1904 Bursaux, Ingénieur, Directeur du chemin de fer et de la mine de Metlaoui, par Gafsa (Tunisie).

1883 Busquet (Horace), Chef des Services des mines du Creusot, Collaborateur adjoint au Service de la Carte géologique de la France, La Machine (Nièvre).

1882 Calderón (Dr Salvador), Professeur de Minéralogie à l'Université centrale, Madrid (Espagne).

1910 Callens (E.), Ingénieur civil des Mines, 39, rue Lafontaine, Paris, XVI.

1895 Canu (Ferdinand), 19, rue Campagne-Première, Paris, XIV.

1859* 90 Capellini (Giovanni), Sénateur, Professeur de Géologie à l'Université, Bologne (Italie).

1882 Caralp (Joseph), Professeur de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 21, rue Rémusat, Toulouse (Haute-Garonne).

1910 Cardaillac (Jean de), Substitut au procureur de la République, boulevard Edouard Rey (maison Esprit), Grenoble (Isère).

1910 Cardot (Ch.), Pharmacien, Melisey (Haute-Saône).

1875* Carez (Léon), Docteur ès sciences, Ancien directeur de l'Annuaire géologique, Licencié en droit, 18, rue Hamelin, Paris, XVI.

1890 Carrière, 4a, rue Agrippa, Nîmes (Gard).

1891 Cayeux (Lucien), Professeur à l'École nationale des Mines et à l'Institut national agronomique, 6, place Denfert-Rochereau, Paris, XIV.

1888 Caziot (E.), Chef d'escadron d'Artillerie, en retraite, 24, quai Lunel, Nice (Alpes-Maritimes).

1910 Chabanier (E.), Ingénieur, chef de Laboratoire aux Mines de la Vieille Montagne, à Viviez (Aveyron).

1879 Chaignon (Vicomte de), 14, rue Guérin, Autun (Saône-et-Loire).

1902 100 Chalas (Adolphe), 45, rue Émile-Menier, Paris, XVI.

1902 Chanel (Émile), Professeur au Lycée, Président de la Société des naturalistes de l'Ain, Bourg (Ain).

1880 Chapuis (Albert), ancien juge au Tribunal de Commerce de la Seine, 229, rue du Faubourg-Saint-Honoré, Paris, VIII.

1904 Chareton-Chaumeil (A.), 172, boulevard du Montparnasse, Paris, XIV.

1869* Charreyre (Abbé), à Alosiers, commune de la Fage-Saint-Julien, par Saint-Chély d'Apcher (Lozère).

1880 Chartron (C.), 1, rue Sainte-Marguerite, Luçon (Vendée).

1903 Charvilhat (G.), Docteur en médecine, 4, rue Blatin, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

1898 Chatelet (Casimir), 32, rue Vieux-Sextier, Avignon (Vaucluse).

1903 Chautard (Jean), Docteur ès sciences, 17, rue Treilhard, Paris, VIII.

1884 Chauvet, Notaire, Ruffec (Charente).

1883 110 Chelot (Émile), Licencié ès sciences, 82, rue Monge, Paris, V.

1890 Cheux (Albert), Directeur de l'Observatoire de la Baumette, près Angers (Maine-et-Loire).

1906 Chevalier (Marcel), Licencié ès sciences, ancien Préparateur à la Faculté des Sciences, 6, rue Alphonse-Daudet, Paris, XIV.

1875* Choffat (Paul), Collaborateur au Service de la Carte du Portugal, 113, rua do Arco a Jesus, Lisbonne (Portugal).

1907 Chudeau (René), Docteur ès sciences, 35, rue de l'Arbalète, Paris, V.

1904 Cléro (Maurice), 46, rue Saint-Placide, Paris, VII.

1880* Cloëz (Charles-Louis), Répétiteur à l'École polytechnique, 9, rue Guy-de-la-Brosse, Paris, V.

1854* Cocchi (J. Igino), Professeur de Géologie à l'Institut des Hautes Etudes, 51, via Pinti, Florence (Italie).

1908 Coëz (Édouard), Licencié ès sciences, 87, rue Denfert-Rochereau, Paris, XIV.

1907* Colas (Ernest), Industriel, Bonnières-sur-Seine (Seine-et Oise).

1880 120 Collet (Pierre), Sainte-Menehould (Marne).

1873* Collot (Louis), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 4, rue du Tillot, Dijon (Côte-d'Or).

1904 Combes (Paul), 1, rue de l'Assomption, Paris, XVI.

1882 Commission du Service géologique du Portugal, 113, rua do Arco a Jesus, Lisbonne (Portugal).

1882 Compagnie des Chemins de fer de l'Est (le Président du Conseil d'Administration de la), 21 et 23, rue d'Alsace, Paris, X.

1879 [P] Compagnie des Chemins de fer de Paris a Lyon et a la Méditerranée (le Président du Conseil d'Administration de la), 88, rue Saint-Lazare, Paris, IX.

1882 [P] Compagnie des Forges de Chatillon, Commentry et Neuves-Maisons, 19, rue de La Rochefoucauld, Paris, IX.

1879 [P] Compagnie des Minerais de fer magnétique de Mokta-el-Hadid, 58, rue de Provence, Paris, IX.

1879 [P] Compagnie des Mines de la Grand'Combe, 26, rue Laffitte, Paris, IX.

1908 Coquidé (Eugène), Ingénieur-Agronome, agrégé de l'Université, 20, rue Thiers, Boulogne-sur-Seine (Seine).

1902 130 Corbin (Paul), 119, avenue de Wagram, Paris, XVII.

1909 Cornet (Dr Jules), Professeur à l'École des Mines de Mons et à l'Université de Gand, 86, Boulevard Dolez, Mons (Belgique).

1873 Cortázar (Daniel de), Ingénieur des Mines, Sous-Directeur du Service de la Carte géologique d'Espagne, 16, rue Velasquez, Madrid (Espagne).

1883* Cossmann (Maurice), Directeur de la *Revue critique de Paléozoologie*, 110, rue du faubourg Poissonnière, Paris, X.

1889 Coste, Ingénieur des Mines, Directeur des mines de Blanzy, Montceau-les-Mines (Saône-et-Loire).

1906 Cottin (René), Licencié en droit, Directeur de la Compagnie parisienne des Asphaltes, 81, rue Jouffroy, Paris, XVII.

1904 Cottreau (Jean), Licencié ès sciences naturelles, 252, rue de Rivoli, Paris, I.

1902 Cottron, Agrégé des sciences naturelles, Professeur au lycée Ampère, Lyon (Rhône).

1906 Couffon (Olivier), Docteur en médecine, Secrétaire de *Paleontologia Universalis*, Saint-Denis d'Anjou, Mayenne.

1896 Counillon, Chef du Service géologique de Cochinchine, 13, rue de la Poissonnerie, Hanoï (Tonkin).

1902* 140 Courty (Georges), 3, rue Thénard, Paris, V; et, Chauffour-lès-Étréchy (Seine-et-Oise).

1906 Couyat (Jean), Licencié ès sciences, Institut français (Archéologie), Le Caire (Égypte).

1875 Croisiers de Lacvivier (C.), Docteur ès sciences naturelles, villa du Chêne-Vert, Vernajoul, Foix (Ariège).

1891 Curet (Albin), Ier Président à la Cour d'Appel, 21, rue de Boigne, Chambéry (Savoie).

1869* Dale (T. Nelson), Professeur, U. S. Geological Survey, 26, Elizabeth street, Pittsfield (Massachusetts, États-Unis).

1901 Dallemagne (Henry), 78, quai de Clichy, Clichy-la-Garenne (Seine).

1905 DALLONI (Marius), Docteur ès sciences, Collaborateur aux Services de la Carte géologique de la France et de l'Algérie, 56, rue de la République, Marseille (B.-du-R.).

1906 DAL PIAZ (Georges), Université de Padoue (Italie).

1907 DARTON (Nelson H.), Geologist U. S., Bureau of Mines Washington D. C. (États-Unis).

1899 DAUTZENBERG (Ph.), 209, rue de l'Université, Paris, VII.

1874* 150 DAVAL, ancien Greffier du Tribunal de Commerce, Saint-Dizier (Haute-Marne).

1878 DAVY (Louis), Ingénieur civil des Mines, Chateaubriant (Loire-Inférieure).

1910 DECARY (Raymond), La Ferté-sous-Jouarre (Seine-et-Marne).

1873 DELAFOND (Frédéric), Inspecteur général des Mines, Directeur de l'Ecole nationale supérieure des Mines, 60, Boulevard Saint-Michel, Paris, VI.

1894 DELAGE (A.), Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Montpellier (Hérault).

1870* DELAIRE (Al.), Ingénieur civil des Mines, 12, rue de Clichy, Paris, IX.

1896* DELAMARRE (Comte Maurice), 6, rue de Bellechasse, Paris, VII; et Blois (Loir-et-Cher).

1892* DELEBECQUE (André), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 36, boulevard des Tranchées, Genève (Suisse).

1901 DELÉPINE (Abbé), aux Facultés catholiques, 41, rue du Port, Lille (Nord).

1881 DEPÉRET (Ch.), Correspondant de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon (Rhône).

1899 160 DEPRAT (Jacques), Docteur ès sciences, Service des Mines, Hanoï (Tonkin).

1887 DEREIMS (A.), Docteur ès sciences, Laboratoire de Géologie, Sorbonne, Paris, V.

1904 DERWIES (Mlle Vera de), Docteur ès sciences, Krameniu Ostrow, allée du Milieu, villa n° 4 (de Bour), Saint-Pétersbourg (Russie).

1904 DESBUISSONS (Léon), Chef du Service géographique au Ministère des Affaires Étrangères, 10, rue Royale, Paris, VIII.

1866 DETROYAT (Arnaud), Bayonne (Basses-Pyrénées).

1890 Deydier, Notaire, Cucuron (Vaucluse).

1907 Dienert (Frédéric), Docteur ès sciences, Chef du service local de surveillance des sources de la Ville de Paris, 8, place de la Mairie, St-Mandé (Seine).

1904 Dollé, Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 159, rue Brûle-Maison, Lille (Nord).

1881 Dollfus (Adrien), Directeur de la Feuille des jeunes Naturalistes, 35, rue Pierre-Charron, Paris, VIII.

1873* Dollfus (Gustave-F.), Collaborateur principal au Service de la Carte géologique de la France, 45, rue de Chabrol, Paris, X.

1894 170 Dollot (Auguste), Ingénieur, Correspondant du Muséum national d'Histoire Naturelle, 136, boulevard Saint-Germain, Paris, VI.

1898 Doncieux (Louis), Docteur ès sciences, Chargé d'un cours complémentaire de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 3, rue de Jarente, Lyon (Rhône).

1893 Donnezan (Docteur Albert), 5, rue Font-Froide, Perpignan (Pyrénées-Orientales).

1894 Dorlodot (Chanoine H. de), Professeur de Paléontologie à l'Université libre, 44, rue de Bériot, Louvain (Belgique).

1874* Doumerc (Jean), Ingénieur civil des Mines, Expert près les tribunaux, 61, rue Alsace-Lorraine, Toulouse (Haute-Garonne), et boulevard Blaise-Doumerc, Montauban (Tarn-et-Garonne).

1903 Doumergue, Professeur au Lycée, Collaborateur au Service de la Carte géologique de l'Algérie, 2, rue Manégat, Oran (Algérie).

1869* Douvillé (Henri), Membre de l'Institut, Inspecteur général au Corps des Mines, Professeur à l'École nationale des Mines, 207, boulevard Saint-Germain, Paris, VII.

1910* Douvillé (Robert), Préparateur de Géologie à l'École nationale des Mines, 37, quai de la Tournelle, Paris, V.

1901 Douxami (Henri), Agrégé de l'Université, Professeur adjoint de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 159, rue Brûle-Maison, Lille (Nord).

1893 Dreyfus, Professeur au Lycée, Le Puy (Haute-Loire).

1877 180 Dueil (André), Ay (Marne).

1886 Dumas (Auguste), Inspecteur honoraire au Chemin de fer d'Orléans, 6, rue Sully, Nantes (Loire-Inférieure).

1905 Dumolard (Étienne), Industriel, 33, avenue d'Alsace-Lorraine, Grenoble (Isère).

1889 Duparc (Louis), Professeur de Minéralogie à l'Université, Genève (Suisse).

1905 Dussert (Jean-Baptiste-Désiré), Ingénieur au Corps des Mines, 25, rue d'Isly, Alger (Algérie).

1902 Dutertre (E.), Docteur en médecine, 12, rue de la Coupe, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

1880 Duvergier de Hauranne (Emmanuel), château d'Herry (Cher).

1907 Eastmann (Charles-Rochester), Conservateur de Paléontologie au « Museum of comparative Zoölogy », de l'Université Harvard, Cambridge (Mass., Etats-Unis).

1888 École nationale des Eaux et Forêts, rue Girardot, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

1904 Embry (Pierre), Attaché au Laboratoire de Géologie du Muséum national d'Histoire naturelle, 6, allée Garibaldi, Le Vésinet (Seine-et-Oise).

1903* 190 Epery, Docteur en médecine, Alise-Sainte-Reine, par Les Laumes (Côte-d'Or).

1901 Espinas (Pierre), Directeur de la Société minière du djebel Felten, rue Casanova, Constantine (Algérie).

1905 Euchène (Albert), 8, boulevard de Versailles, Saint-Cloud (Seine-et-Oise).

1895* Evrard (Charles), Notaire, Varenne-en-Argonne (Meuse).

1868* Fabre (Georges), ancien élève de l'École polytechnique, Conservateur des Eaux et Forêts, 28, rue Ménard, Nîmes (Gard).

1866* Fairman (Edward Saint-John), 10, via del Castellacio, Florence (Italie).

1880 Fallot (Emmanuel), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 34, rue Castéja, Bordeaux (Gironde).

1908* FALLOT (Paul), 10, rue des Écoles, Paris, V.

1867* FAVRE (Ernest), 8, rue des Granges, Genève (Suisse).

1908 FAVRE (François), Docteur ès sciences, 12, rue des Granges, Genève (Suisse).

1867 200 FAYOL (Henri), Directeur général de la Société de Commentry-Fourchambault-Decazeville, 49, rue Bellechasse, Paris, VII.

1908 FERRONNIÈRE (Georges), Professeur à la Faculté libre d'Angers, 15, rue Voltaire, Nantes (Loire-Inférieure).

1887 FÈVRE (Lucien-Francis), Ingénieur en chef au Corps des Mines, 1, place Possoz, Paris, XVI.

1887 FICHEUR (Émile), Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université, Directeur adjoint du Service de la Carte géologique de l'Algérie, 77, rue Michelet, (Mustapha) Alger.

1905 FILLIOZAT (Marius), 9, rue Saint-Bié, Vendôme (Loir-et-Cher).

1884 FINET (Achille), 117, boul. Malesherbes, Paris, VIII.

1894 FISCHER (Henri), Docteur ès sciences, 51, boulevard Saint-Michel, Paris, V.

1887 FLAMAND (G. B. M.), Chargé de cours à l'Université (Faculté des Sciences), Directeur-adjoint du Service géologique (Territoires du Sud), 87, rue Michelet (Mustapha), Alger.

1905 FLEURY (Ernest), École des Roches, Verneuil-sur-Avre (Eure).

1905 FLORES (Theodoro), Géologue à l'Institut géologique national, 5ª, del Ciprès, nº 2728, Mexico (Mexique).

1892 210 FORTIN (Raoul), Manufacturier, 24, rue du Pré, Rouen (Seine-Inférieure).

1873 FOUQUET, 161, boulevard Haussmann, Paris, VIII.

1887 FOURNIER (A.), Docteur en médecine, Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 22, rue de Penthièvre, Poitiers (Vienne).

1892 FOURNIER (Eugène), Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Besançon (Doubs).

1895 Fourtau (René), Ingénieur civil, Post-Office, box n° 52, Le Caire (Égypte).

1904 Freydenberg (Henri), Capitaine d'infanterie coloniale, Docteur ès sciences, 25, boulevard Pasteur, Paris, XV.

1874 Friren (Abbé A.), Chanoine honoraire, 41, rue de l'Evêché, Metz (Alsace-Lorraine).

1908 Fritel (P.-H.), Préparateur au Muséum national d'Histoire naturelle, 35, rue de Buffon, Paris, V.

1889 Fritsch (Dr Anton), Professeur à l'Université, Jáma, n° 7, Prague (Bohême).

1900 Gaillard (Claudius), Docteur ès sciences naturelles, Conservateur du Muséum de Lyon, 17, rue Cronstadt, Lyon (Rhône).

1901* 220 Garde (Gilbert), Docteur ès sciences, Préparateur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

1908 Gardé (Edmond), 28, rue Sainte-Colombe, Bordeaux (Gironde).

1862 Garrigou, Docteur en médecine, 38, rue Valade, Toulouse (Haute-Garonne).

1910 Gaudriot (Émile), Ingénieur des Arts et Manufactures, 11, rue Saint-Pierre, Neuilly-sur-Seine.

1902 Gautier (Émile-F.), Professeur à l'Université d'Alger (Faculté des Lettres) 4, rue Lagarde, Paris, V.

1889 Gautier (Paul), Directeur du Musée Lecocq, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

1892 Geikie (Sir Archibald), D. Sc., D. C. L., L. L. D., F. R. S., F. G. S., Correspondant de l'Institut de France, Sheperd's Down, Haslemere (Surrey, Grande-Bretagne).

1906 Gennevaux (Maurice), 12, rue Marceau, Montpellier (Hérault).

1892 Gentil (Louis), Maître de conférences à l'Université (Faculté des Sciences), 38 *bis*, rue Denfert-Rochereau, Paris, V.

1910 George (Eugène), Licencié ès sciences naturelles, 91, boulevard Beaumarchais, Paris, VII.

1909 230 Gernez (Gabriel), 80, rue d'Assas, Paris, VI.

1880 Gésincourt (Desprez de), Inspecteur des Eaux et Forêts, en retraite, 49, rue Albert-Joly, Versailles (Seine-et-Oise).

1909 GIGNOUX (Maurice), Préparateur de Géologie et Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences) Grenoble (Isère).

1881 GIRARDOT, Docteur en médecine, 15, rue Mégevand, Besançon (Doubs).

1889 GIRAUD (Jean), Agrégé, Docteur ès sciences, Maître de conférences à l'Université (Faculté des Sciences) Coll. au Serv. de la Carte géol. de la France, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

1889 GIRAUX (Louis), 11, rue Eugénie, Saint-Mandé (Seine).

1909 GIVENCHY (Paul de), Ancien chef du Personnel de la Compagnie transatlantique, 84, rue de Rennes, Paris, VI.

1892 GLANGEAUD (Ph.), Professeur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), Coll. princ. au Serv. de la Carte géol. de la France, 46 *bis*, boulevard de Lafayette, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).

1902 GODBILLE (Paul), Chef de secteur à l'Inspection vétérinaire de Paris et du département de la Seine, 211, rue d'Allemagne, Paris, XIX.

1906 GODEFROY (R.), Ingénieur aux Mines de Landres-Pienne, par Audun-le-Roman (Meurthe-et-Moselle).

1897 240 GOLFIER, École Benoit, Isle-sur-la-Sorgue (Vaucluse).

1896 GOLLIEZ (H.), Professeur à l'Université, 51, Muristrasse, Berne (Suisse).

1874 GORCEIX, Mont-sur-Vienne, par Bujaleuf (Haute-Vienne).

1856* GOSSELET (J.), Correspondant de l'Institut, Doyen et Professeur honoraire de la Faculté des Sciences, 18, rue d'Antin, Lille (Nord).

1879 GOURDON (Maurice-Marie), Vice-Président de la Société Ramond, 7, rue Germain-Boffrand, Nantes (Loire-Inférieure).

1906 GOURGUECHON, Ingénieur au Corps des Mines, 49, rue Claude-Lorrain, Paris, XVI.

1896 GOUX, Agrégé de l'Université, Professeur d'Histoire naturelle au Lycée Condorcet, 35 *bis*, rue Charles-Chefson (villa Lachapelle, 4), Bois-Colombes (Seine).

1880 GRAMONT (Comte Antoine-Arnaud de), Docteur ès sciences physiques, 179, rue de l'Université, Paris, VII, et Le Vignal, par Pau (Basses-Pyrénées).

1877 GRAND'EURY (Cyrille), Correspondant de l'Institut, Ingénieur civil, 12, rue d'Amance, Malzéville (Meurthe-et-Moselle).

1871* GRANDIDIER (Alfred), Membre de l'Institut, 74 *bis*, rue du Ranelagh, Paris, XVI.

1903 250 GRANDIDIER (Guillaume), 2, rue Gœthe, Paris, XVI.

1910 GRANDJEAN, Ingénieur au Corps des Mines, Professeur à l'Ecole des Mines, 38, cours Fauriel, Saint-Etienne (Loire).

1895 GRENIER (René), Ingénieur des Mines, Pocancy, par Vertus (Marne).

1878 GROSSOUVRE (A. de), Ingénieur en chef au Corps des Mines, Bourges (Cher).

1887 GROSSOUVRE (Georges de), Lieutenant-Colonel au 66e régiment d'Infanterie, 15, place Zola, Tours (Indre-et-Loire).

1909 GROTH (Jean), 2, contour de la Motte, Rennes (Ille-et-Vilaine).

1891* GUÉBHARD (Adrien), Agrégé de Physique des Facultés de Médecine, Saint-Vallier-de-Thiey (Alpes-Maritimes).

1905 GUILBERT (Louis), Officier d'Administration du Génie en retraite, Architecte, à Etables (Côtes-du-Nord).

1908 GUILLAUME (M.), Ingénieur au Corps des Mines, 11, rue de Metz, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

1890 HAAS (Hippolyt), D. sc., Professeur à l'Université royale, 28, Moltkestrasse, Kiel (Holstein, Allemagne).

1862* 260 HABETS, Ingénieur des Mines, Professeur à l'Université, 4, rue Paul-Devaux, Liège (Belgique).

1910 HALDEMAN (G. T.), Ingénieur des Mines, École des Mines de l'Université, Pittsburg (États-Unis d'Amérique).

1910 HAMELIN (Lucien), 140, route de Fontainebleau, Kremlin-Bicêtre (Seine).

1894 HARLÉ (Edouard), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 36, rue Emile-Fourcand, Bordeaux (Gironde).

1903 HARMER (F.-W.), F. G. S , Oakland House, Cringleford, près Norwich (Norfolk, Grande-Bretagne).

1906 HARRIS (Gilbert-Denison), Professeur de Paléontologie, Cornell University, Ithaca (Etat de New-York, Etats-Unis).

1884 HAUG (Emile), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Laboratoire de géologie à la Sorbonne, Paris, V.

1885 HENRY (J.), Docteur ès sciences, ancien Professeur à l'Ecole de Médecine, 37, rue Ernest-Renan, Besançon (Doubs).

1896 HERMANN, Libraire, 6, rue de la Sorbonne, Paris, V.

1905 HOERNES (Dr. Rudolf), Professeur à l'Institut géologique de l'Université, Heinrichstrasse, 61/63, Graz (Styrie).

1869 270 HOLLANDE (D.), Directeur de l'École préparatoire de l'Enseignement supérieur, 19, rue de Boigne, Chambéry (Savoie).

1896 HOLZAPFEL (Dr. Eduard), Professeur de Géologie à l'Université, 30, Herderstrasse, Strasbourg (Alsace-Lorraine).

1902 HOUEL (Philippe), Ingénieur à Condé-sur-Noireau (Calvados).

1908 HUBERT (Henry), Docteur ès sciences, Administrateur des Colonies, 33, rue Bréa, Paris, VI.

1878 HUGHES (Thos. Mc Kenny), F. R. S., F. G. S., Professeur de géologie, Woodwardian Museum, Trinity College, Cambridge (Grande-Bretagne).

1910 HUMERY (R.), 16, rue de Tournefort, Paris, V.

1908 HUOT, Capitaine au 22e bataillon de Chasseurs, Albertville (Savoie).

1903* ILOVAÏSKY (David), Musée de Géologie à l'Université, Moscou (Russie).

1889. IMBEAUX (Edouard), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Docteur en médecine, 18, rue Sainte-Cécile, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

1881 INSTITUT GEOGNOSTICO-PALÉONTOLOGIQUE de l'Université, Strasbourg (Alsace).

1904 280 INSTITUT DE GÉOLOGIE ET DE PALÉONTOLOGIE, « Alte Akademia », Munich (Allemagne).

1910 INSTITUT GÉOLOGIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE CRACOVIE (Galicie).

1892 INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE, 16, rue Claude-Bernard, Paris, V.

1904 JACOB (Charles), Agrégé des sciences naturelles, Maître de conférences à l'Université (Faculté des Sciences), 2, rue Sainte-Eulalie, Bordeaux (Gironde).

1901 JACOB (Henri), Ingénieur en chef au Corps des Mines, Directeur du Service de la Carte géologique de l'Algérie, 22, rue de Constantine, Alger.

1895 JACQUINET, Agent comptable de la Marine, 16, avenue Colbert, Toulon (Var).

1896 JANET (Armand), ancien Ingénieur de la Marine, 4, rue Jacques-Cœur, Paris, V.

1877* JANET (Charles), Ingénieur des Arts et Manufactures, Docteur ès sciences, 71, rue de Paris, Voisinlieu, près Beauvais (Oise).

1910 JEAN (Mlle Juliette), licencié ès sciences naturelles, 17, boulevard de Port-Royal, Paris, XIII.

1907* JODOT (Paul), 2, rue Claude-Pouillet, Paris, XVII.

1907 290 JOLEAUD (Léonce), Collaborateur au Service de la Carte géologique de l'Algérie, 16, plage du Prado, Marseille (Bouches-du-Rhône).

1903 JOLY (Henri), Docteur ès sciences naturelles, Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences) 9, rue Desilles, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

1900 JORDAN (Paul), Ingénieur au Corps des Mines, 4, rue de Luynes, Paris, VII.

1901 JORISSEN (Edward), Consulting geologist, Post Office, box 305, Johannesburg (Transvaal).

1897 JOUKOWSKY (Étienne), Ingénieur civil des Mines, Préparateur de Géologie au Musée d'Histoire naturelle de Genève (Suisse).

1863 JOURDY (Général Em.), du cadre de Réserve, 82, rue Claude-Bernard, Paris, V.

1873 JOUSSEAUME, Docteur en médecine, 29, rue de Gergovie, Paris, XIV.

1908 JULLIEN (Colonel), 63, rue de Boulainvilliers, Paris, XVIII.

1898 KALKOWSKY (Dr. Ernst), Professeur à l'Université, Directeur du Musée royal de Minéralogie et Géologie, 11, Bismarckplatz, Dresde, A, 14 (Allemagne).

1895 Karakasch (Dr. Nicolas Iwanowitsch), Conservateur du Musée géologique de l'Université impériale, Wassily Ostrow, 10 ligne, 15, Saint-Pétersbourg (Russie).

1899 300 Kerforne (Fernand), Docteur ès sciences, Préparateur de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 16, rue de Châteaudun, Rennes (Ille-et-Vilaine).

1881 Kilian (W.), Correspondant de l'Institut, Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 38, avenue Alsace-Lorraine, Grenoble (Isère).

1866 Kœnen (A. von), Geheimer-bergrath, Professeur de Géologie à l'Université, Gœttingue (Allemagne).

1909 Ktenas (C. A.), 5, rue Agathonos, Athènes (Grèce).

1909 Kuzniar (Wiktor), Warszawska, 5, Cracovie (Autriche-Hongrie).

1876 Labat (A.), Docteur en médecine, villa des Gravières, Périgueux (Dordogne).

1891 Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Caen (Calvados).

1904 Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, à la Sorbonne, Paris, V.

1903 Laboratoire de Géologie de l'École nationale d'Agriculture de Grignon (Seine-et-Oise).

1905 Laboratoire de Géologie de l'École normale supérieure, 45, rue d'Ulm, Paris, V.

1894 310 Laboratoire de Paléontologie du Muséum national d'Histoire naturelle, 3, place Valhubert, Paris, V.

1908 Laboratoire de Géologie de l'Université (prof. Lohest), Liège (Belgique).

1902* Lacoin (Lucien), Capitaine d'Artillerie, ancien Professeur de Topographie à l'École d'application de Fontainebleau.

1886 Lacroix (Alfred), Membre de l'Institut, Professeur de Minéralogie au Muséum national d'Histoire naturelle, 61, rue de Buffon, Paris, V.

1888 Lacroix (Abbé E.), Aumônier de la Marine, en retraite, 179, avenue du Roule, Neuilly-sur-Seine (Seine).

1872* Lambert (Jules-Mathieu), Président du Tribunal civil, 57, rue Saint-Martin, Troyes (Aube).

1875 Lamothe (Général de division de), 1, place Saint-Thomas-d'Aquin, Paris, VII.

1901* Lamothe (René de), 20, rue de l'Odéon, Paris, VI.

1873* Landerer (J.-José), 34, rue de Caballeros, Valence (Espagne).

1880 Langlassé (René), 50, rue Jacques-Dulud, Neuilly-sur-Seine (Seine).

1908 320 Lanquine (Antonin), Collaborateur au Service de la Carte géologique de la France, 6, rue Pestalozzi, Paris, V.

1896 Lantenois, Ingénieur en chef au Corps des Mines, Hanoï (Tonkin).

1906 Lapparent (Jacques de), Préparateur de Minéralogie à l'École nationale supérieure des Mines, 90, Boulevard Saint-Germain, Paris, V.

1909 Larger (René), Docteur en médecine, Maisons-Lafitte (Seine-et-Oise).

1887* Lataste (Fernand), Professeur honoraire de l'Université du Chili, Cadillac-sur-Garonne (Gironde).

1897 Latinis (Léon), Ingénieur, Seneffe (Hainaut, Belgique).

1904 Lauby (A), Collaborateur au Service de la Carte géologique de la France, Correspondant du Ministère de l'Instruction publique, 64, rue des Archives, Paris, III.

1886 Launay (Louis de), Ingénieur en chef au Corps des Mines, Professeur à l'École des Mines et à l'École des Ponts et Chaussées, 31, rue de Bellechasse, Paris, VII.

1903 Laur (Francis), Ingénieur civil des Mines, 26, rue Brunel, Paris, XVII.

1894 Laurans, Ingénieur en chef au Corps des Mines, 12, rue Théodule-Ribot, Paris, XVII.

1907 330 Laurent (Armand), Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée, Caen (Calvados).

1893* Lebouteux, Ingénieur-Agronome, Propriétaire à Verneuil, par Migné (Vienne).

1908* Lecointre (Georges), Château de Grillemont, par la Chapelle-Blanche (Indre-et-Loire).

1884 Le Conte (Albert), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 7, rue Picot, Paris, XVI.

1901* Le Couppey de la Forest (Max), Ingénieur des Améliorations agricoles au Ministère de l'Agriculture, 12, rue Pérignon, Paris, VII.

1869* LEDOUX (Charles), Ingénieur en chef au Corps des Mines, Professeur à l'Ecole des Mines, 250, boulevard Saint-Germain, Paris, VII.

1868* LÉENHARD (Franz), Professeur agrégé à la Faculté de Théologie, Fontfroide-le-Haut, Montpellier (Hérault).

1883 LEGAY (Gustave), Receveur de l'Enregistrement et des Domaines, en retraite, 22, rue de Flahaut, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

1886 LEGIS (Stanislas), Ancien professeur au Lycée Louis-le-Grand, 22, avenue Reille, Paris, XIV.

1875* LE MARCHAND (Augustin), Ingénieur civil, 2, rue Traversière, aux Chartreux, Petit-Quevilly (Seine-Inférieure).

1899* 340 LEMOINE (Paul), Docteur ès sciences, Chef des Travaux de géologie au Laboratoire colonial de l'École des Hautes Études, Préparateur de Géologie appliquée à l'École nationale des Mines, 5, rue de Médicis, Paris, VI.

1903 LERICHE (Maurice), Professeur de Géologie à l'Université, 14, rue des Sols, Bruxelles (Belgique).

1909* LÉTANG, Docteur en médecine, 25, rue Demours, Paris, XVII.

1899 LEVAT (Ed.-David), Ingénieur civil des Mines, 174, boulevard Malesherbes, Paris, XVII.

1867 LEZ (Achille), Conducteur des Ponts et Chaussées, en retraite, Lorrez-le-Bocage (Seine-et-Marne).

1906 LHOMME (Léon), Ingénieur civil, Éditeur, 3, rue Corneille, Paris, VI.

1880* LIBBEY (William Jr), D. Sc., Professeur de Géographie physique, Directeur du Muséum de Géologie et d'Archéologie : Collège de New-Jersey, Princeton (New-Jersey, Etats-Unis).

1883 LIMA (Wenceslau de), Docteur ès sciences, Professeur de Géologie à l'Académie polytechnique de Porto, 17, praça da Trinidade, Porto (Portugal).

1904 LIMANOWSKI (Miésislas), (Autriche-Hongrie).

1877 LINDER (Oscar), Inspecteur général au Corps des Mines, Vice-Président du Conseil supérieur des Mines, 38, rue du Luxembourg, Paris, VI.

1878 350 LIPPMANN, Ingén. civil, 47, rue de Chabrol, Paris, X.

1895 LISSAJOUS, 10, quai des Marans, Mâcon (Saône-et-Loire).

1906 Lissón (Carlos I.), Ingénieur des Mines, Professeur de Micropétrographie à l'Ecole des Ingénieurs, Lima (Pérou).

1879* Lodin, Inspecteur général au Corps des Mines, Professeur à l'Ecole nationale des Mines, 16, rue Desbordes-Valmore, Paris, XVI.

1901 Lonclas (Émile-Edouard), 2, avenue Girard, Marseille (Blancarde) (Bouches-du-Rhône).

1887* Lonquety (Maurice), Ingénieur civil des Mines, Outréau, près Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

1904 Lorrin (Claude-Victor), Dax (Landes).

1889 Lory (Pierre-Charles), Chargé de conférences de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 6, rue des Alpes, Grenoble (Isère).

1899 Lugeon (Maurice), Professeur à l'Université, villa des Préalpes, avenue Ch.-Secrétan, Lausanne (Suisse).

1861* Lyman (Benjamin-Smith), 708, Locust street, Philadelphie (Pensylvanie, États-Unis).

1889 360 Maitre (J.), forges de Morvillars (Territoire de Belfort).

1898 Mallet (Jacques), Ingénieur civil des Mines, 23, rue de la République, Saint-Étienne (Loire).

1910 Mansard, 2, avenue Ingres, Paris, XVI.

1906 Mansuy, Géologue du Service géologique de l'Indo-Chine, Hanoï (Tonkin).

1887 Margerie (Emmanuel de), 44, rue de Fleurus, Paris, VI.

1910 Marquet (Charles), Ingénieur civil des Mines, 18, avenue des Marronniers, Asnières (Seine).

1885 Martel (Edouard-Alfred), Directeur de « La Nature », Membre du Conseil supérieur d'Hygiène publique, 23, rue d'Aumale, Paris, IX.

1890 Martin (David), Conservateur du Musée, Gap (Hautes-Alpes).

1900 Martin (Louis), Docteur en Médecine, Docteur en droit, Docteur ès sciences, Licencié ès lettres, 1, place Saint-Sulpice, Paris, VI.

1897 Martonne (Emmanuel de), Chargé de cours de Géographie à l'Université (Faculté des Lettres), 248, boulevard Raspail, Paris, XIV.

1891 370 Marty (Pierre), Château de Caillac, par Arpajon (Cantal).

1881 MATTIROLO (Ettore), Ingénieur au Corps royal des Mines, 1, via Santa-Susanna, Rome (Italie).

1906 MAUCHE (Albert), Licencié ès sciences, Contrôleur des Contributions directes, Loudun (Vienne).

1900 MAURICE (Joseph), Ingénieur civil des Mines, Hacienda de Monte-Horcaz, par Villanueva de las Minas (province de Séville, Espagne).

1902 MAURY (E.), Préparateur de Physique au Lycée, 48, route de Levens, Nice (Alpes-Maritimes).

1905 MECQUENEM (Roland de), Ingénieur civil des Mines, 16, rue du Pré-aux-Clercs, Paris, VII.

1899 MÉMIN (Louis), 25, rue de la Citadelle, Arcueil-Cachan (Seine).

1909 MENGAUD (Louis), Professeur Agrégé des Sciences naturelles au Lycée, 7, rue Lakanal, Toulouse (Haute-Garonne).

1902 MENGEL (O.), Directeur de l'Observatoire météorologique, 45 *bis*, quai Vauban, Perpignan (Pyrénées-Orientales).

1905 MERIGEAULT (Emilien), Ingénieur au Corps des Mines, Constantine (Algérie).

1903 380 MERLE, Chef du Service des Mines, Tananarive (Madagascar).

1896 MERMIER, Ingénieur des Chemins de fer fédéraux, square de la Harpe, 8, Lausanne (Suisse).

1882 MEUNIER (Stanislas), Professeur de Géologie au Muséum national d'Histoire naturelle, 3, quai Voltaire, Paris, VII.

1897 MEYER (Lucien), Conservateur du Musée, 25, rue Denfert-Rochereau, Belfort.

1881 MICHALET (A.), Quartier de la Barre, allée des Platanes, Toulon (Var).

1901 MICHEL (Léopold), Professeur adjoint de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 54, boulevard Maillot, Neuilly-sur-Seine (Seine).

1868* MICHEL-LÉVY (Auguste), Membre de l'Institut, Inspecteur général au Corps des Mines, Directeur du Service de la Carte géologique de la France, 26, rue Spontini, Paris, XVI.

1901 MICHEL-LÉVY (Albert), Dr. ès sciences, Inspecteur adjoint des Eaux et Forêts, Préparateur au Collège de France, 80, boulevard Flandrin, Paris, XVI.

1893 Miquel (Jean), Propriétaire, Baroubio, par Aigues Vives (Hérault).

1893 Mircea (C.-R.), Ingénieur des Mines, 31, rue Romulus, Bucarest (Roumanie).

1902 390 Miremont (J.-B.-Alfred), ancien industriel, 3, rue Eugénie, Saint-Mandé (Seine).

1896 Molengraaff (Dr. G. A. F.), Géologue, 43, Juliana Van Stolberglaan, La Haye (Pays-Bas).

1897 Monod (Guillaume-H.), 32, rue Théophile-Gautier, Paris, XVI.

1878 Montihiers (Maurice), Ingénieur civil des Mines, 50, rue Ampère, Paris, XVII,

1906 Morellet (Lucien), 3, boulevard Henri IV, Paris, IV.

1877 Morgan (Jacques de), Ingénieur civil des Mines, Délégué général en Perse du Ministère de l'Instruction publique, 36, quai de Béthune, Paris, IV.

1908 Morin (Maurice), Entrepreneur de Travaux publics, rue Gambetta, Thorigny (Seine-et-Marne).

1904 Moscoso (Francisco Eugenio de), Docteur en Médecine, Professeur d'Histoire naturelle à l'« Instituto de Senoritas », 45, calle de la Industria, San Pedro de Macoris (République dominicaine).

1897 Moureau (Abbé), Doyen de la Faculté de Théologie, 15, rue Charles-de-Muyssart, Lille (Nord).

1876 Mouret (G.), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 22, rue du Chifflet, Besançon (Doubs).

1895 400 Mourgues, Préparateur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Montpellier (Hérault).

1868 Mourlon (Michel), Directeur du Service géologique de Belgique, Membre de l'Académie royale des Sciences, Palais du Cinquantenaire, Bruxelles (Belgique).

1903 Moutier (François), Docteur en Médecine, Licencié ès sciences, ancien interne des Hôpitaux, 95, rue de Monceau, Paris, VIII.

1897 Mrazec (Louis), Professeur de Minéralogie et de Pétrographie, Laboratoire de Minéralogie, Universitate, sala xiv, Bucarest (Roumanie).

1900 Munteanu-Murgoci (Georges), Assistant de Minéralogie à l'Université, Bucarest (Roumanie).

1898 Musée national géologique d'Agram (Croatie, Autriche).

1908 NEGRE (Georges), Houilles (Seine-et-Oise).

1904 NÉGRIS (Ph.), Ingénieur, Ancien ministre des Finances, Athènes (Grèce).

1909 NEYRET (André), étudiant, 2, chaussée de la Muette, Paris, XVI.

1881 NICKLÈS (René), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 4, rue des Jardiniers, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

1906 410 NICOU (Paul), Ingénieur au Corps des Mines, 2, rue de Senelle, Longwy-bas (Meurthe-et-Moselle).

1909 NINCK (André), Ingénieur des Ponts et Chaussées, voie romaine, Bar-le-Duc (Meuse).

1868* NIVOIT (Edmond), Inspecteur général au Corps des Mines, 4, rue de la Planche, Paris, VII.

1907 NOEL (Eugène), Ancien élève de l'École normale supérieure, 17, rue Israël-Sylvestre, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

1886 NOLAN, 8, place du Marché, Neuilly-sur-Seine.

1905 NOPCSA (Baron Franz), Ujarad (Hongrie).

1910 NUMILE (Louis-Gustave), Ingénieur civil, 93, rue de Lourmel, Paris, XV.

1877* OEHLERT (Daniel), Correspondant de l'Institut, Conservateur du Musée d'Histoire naturelle, 29, rue de Bretagne, Laval (Mayenne).

1899 OFFRET (A.), Professeur de Minéralogie théorique et appliquée à l'Université (Faculté des Sciences), villa Sans-Souci, 53, chemin des Pins, Lyon (Rhône).

1892 O'GORMAN (Comte Gaëtan), 21, avenue de Barèges, Pau (Basses-Pyrénées).

1906 420 OLIVEIRA MACHADO E COSTA (Alfredo Augusto d'), Professeur à l'École royale militaire, Lisbonne (Portugal).

1893 OPPENHEIM (Professeur-Dr Paul), 19, Sternstrasse, Gross Lichterfelde, près Berlin (Allemagne).

1893 ORDÓÑEZ (Ezequiel), Ingénieur-géologue des Mines, 2ª, General Prim, 43, Mexico (Mexique).

1885 OUDRI (Général), Ancien commandant de Corps d'armée, Durtal (Maine-et-Loire).

1902 PACHUNDAKI (D.-E.), de l'Institut égyptien, Post-Office, box 1138, Alexandrie (Egypte).

1893 PAQUIER (Victor-Lucien), Docteur ès sciences, Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), Toulouse (Haute-Garonne).

1888* PATRIS DE BREUIL, Docteur en droit, 18, rue de Rueil, Suresnes (Seine).

1884 PAVLOW (Alexis-Petrowitch), Professeur de Géologie à l'Université de Moscou, Maison de l'Université, 34, Dolgoroukovski pereoulok, Moscou (Russie).

1899 PELLEGRIN (Charles), Ingénieur civil, 43, rue Vital, Paris, XVI.

1905* PEREIRA DE SOUZA (Francisco Luiz), Capitaine du Génie, 32, rua dos Lagares, Lisbonne (Portugal).

1908 430 PÉROUX (Étienne), Capitaine d'infanterie de marine en retraite, 11, rue des Canus, Maisons-Laffitte (Seine-et-Oise).

1878 PERRIER (Edmond), Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire naturelle, 57, rue Cuvier, Paris, V.

1897 PERVINQUIÈRE (Léon), Chef des travaux pratiques de Géologie, chargé des conférences de Paléontologie à l'Université (Faculté des Sciences), 39, rue de Vaugirard, Paris, VI.

1907 PESSON-DIDION (Maurice), Ingénieur civil des Mines, 52, boulevard Malesherbes, Paris, VIII.

1878 PETITCLERC (Paul), 6, rue du Lycée, Vesoul (Haute-Saône).

1910 PINARD (Albert), 176, rue du Faubourg Saint-Denis, Paris, X.

1903 PIROUTET (Maurice), Licencié ès sciences, Salins (Jura).

1902 PISSARRO (G.), Licencié ès sciences, 85, avenue de Wagram, Paris, XVII.

1918 PITAVAL (R.), Ingénieur civil des Mines, 105, avenue du Roule, Neuilly-sur-Seine (Seine).

1908 POČTA (Dr.-Ph.), Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université tchèque de Prague, 21, Karlsplatz, Prague (Bohême).

1889 440 POIRAULT (Georges), Docteur ès sciences, Directeur du laboratoire d'Enseignement supérieur (Villa Thuret), Antibes (Alpes-Maritimes).

1906 POISOT (Paul) économe à l'hôpital Claude-Bernard, 27, rue du Rhin, Paris, XIX.

1910 Polo (Léon), Docteur en médecine, 2, rue Guibal, Nantes (Loire-Inférieure).

1881 Poncin (H. Athanase), propriétaire, Primarette, par Revel-Tourdon (Isère).

1910 Pontier, Docteur en médecine, Lumbres (Pas-de-Calais).

1908 Popescu-Voitesti, Institut géologique, 2, sos Kisselef, Bucarest (Roumanie).

1896 Popovici-Hatzeg (V.), Docteur ès sciences, Chef du Service géologique du Ministère des Domaines, 10, strada Bratiano, Bucarest (Roumanie).

1902 Portet (Victor), Ingénieur civil, 25, rue de la Quintinie, Paris, XV.

1879 Portis (Alessandro), Docteur ès sciences, Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université, Rome (Italie).

1910 Pourbaix (J.), Ingénieur, 73, boulevard de l'Hôpital, Mons (Belgique).

1884 450 Priem (Fernand), Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée Henri IV, 135, boulevard Saint-Germain, Paris, VI.

1909* Pussenot (Charles), capitaine d'artillerie, 11, boulevard Gambetta, Grenoble (Isère).

1905 Puzenat (Léon), Attaché au Laboratoire de Géologie du Muséum national d'Histoire naturelle, 106, rue de La Boétie, Paris, VIII.

1891* Racovitza (Émile G.), Sous-directeur du laboratoire Arago à Banyuls, 112, boulevard Raspail, Paris, VI.

1901 Rambaud (Louis), Docteur en médecine, licencié ès sciences naturelles, 16, boulevard Sébastopol, Paris, IV.

1878 Ramond (Georges), Assistant de Géologie au Muséum national d'Histoire naturelle, 18, rue Louis-Philippe, Neuilly-sur-Seine (Seine).

1893 Ramsay (Wilhelm), Professeur à l'Université, Helsingfors (Finlande).

1900 Raspail (Julien), Docteur en médecine, 19, avenue Laplace, Arcueil-Cachan (Seine).

1891* Raveneau (Louis), Agrégé d'Histoire et de Géographie, Secrétaire de la rédaction des Annales de Géographie, 76, rue d'Assas, Paris, VI.

1905 Reboul (Paul), Conservateur adjoint des Collections géologiques à la Faculté des Sciences de l'Université, 6, rue Haxo, Grenoble (Isère).

1910 460 Regnard (Henry), Secrétaire général de l'Ass. des Ing., Archit. et Hygiénistes municipaux de France, Suisse, Belgique et Luxembourg, 3, rue Palatine, Paris, VI.

1904 Regnault (Ernest), Président honoraire du Tribunal civil, La Folie, Saint-Sauveur-en-Puisaye (Yonne).

1883 Rejaudry (Émile), Propriétaire, 14, rempart du Midi, Angoulême (Charente).

1906 Renz (Dr. Carl), Privat docent à l'Université, Eichendorfstrasse, 53, Breslau, XVIII (Allemagne).

1873 Repelin (J.), Docteur ès sciences, Chargé de Cours à l'Université (Faculté des Sciences), 86, rue Saint-Savournin, Marseille (Bouches-du-Rhône).

1881 Révil (Joseph), Pharmacien, Président de la Société des Sciences nat. de Savoie, Chambéry (Savoie).

1903 Reyckaert (Jules-Marie), Ancien agent de la Société géologique de France, 85, rue du Cherche-Midi, Paris, VI.

1878 Riaz (A. de), ancien banquier, 68, quai de Serin, Lyon (Rhône),

1881 Riche (Attale), Docteur ès sciences, Chargé d'un cours complémentaire de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 56, avenue de Noailles, Lyon (Rhône).

1888 Rigaux (Edmond), 15, rue Simoneau, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

1894 470 Ritter (Etienne-A.), 1712, North Nevada avenue, Colorado Springs (Colorado, États-Unis).

1905 Robin (Auguste), Corresp. du Muséum national d'Histoire naturelle, 105, rue Dareau, Paris, XIV.

1882* Robineau (Théophile), ancien avoué, 4, avenue Carnot, Paris, XVII.

1905 Robles (Ramiro), Géologue à l'Institut géologique national, Mexico (Mexique).

1908 Rollet, Président de l'Association des Naturalistes, 62, rue Voltaire, Levallois-Perret (Seine).

1894 Roman (Frédéric), Docteur ès sciences, Chargé d'un cours complémentaire de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 2, quai Saint-Clair, Lyon.

1902 ROMEU (Albert de), Ingénieur des Arts et Manufactures, Chef des Travaux de Minéralogie au Laboratoire colonial du Muséum national d'Histoire naturelle, 70 *bis*, avenue d'Iéna, Paris, XVI.

1861* ROTHWELL (R.-P.), Ingénieur, éditeur du Mining Journal, 253, Broadway [27, P. O., box 1833], New-York city (Etats-Unis).

1885 ROUSSEL (Joseph), Docteur ès sciences, Professeur au Collège, 5, chemin de Velours, Meaux (Seine-et-Marne).

1910 ROUX (Henri), Ingénieur civil des Mines à la Compagnie des phosphates de Gafsa, Redeyef (Tunisie).

1875* 480 ROUX (J.-L.), à l'Aiglon, Plan de Cuques (Bouches-du-Rhône).

1910 ROUX (Pierre), Ingénieur E. C. L., Lyon (Rhône).

1898* ROUYER (Camille), Docteur en droit, Avoué, 50, rue d'Autun, Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).

1905 ROVERETO (G.), Professeur à l'Université royale, Musée de Géologie, 1, via Sta Agnese, Gênes (Italie).

1868 SABATIER-DESARNAUDS, 9, rue des Balances, Béziers (Hérault).

1885 SACCO (Dr. Federico), Professeur de Géologie au Politecnico, Professeur de Paléontologie à l'Université, Castello del Valentino, Turin (Italie).

1890* SALLES, Inspecteur des Colonies, 23, rue Vaneau, Paris, VII.

1910 SALOPEK (Dr. Marian), Conservateur du Musée national de Géologie et de Paléontologie, 9, Rainerova, Agram (Croatie).

1903 SANDBERG (Dr. C.), Ingénieur-géologue, 8, Velperbinnensingel, Arnhem (Pays-Bas).

1904 SANGIORGI (Dominico), Docteur ès sciences, laboratoire de Géologie et de Minéralogie, Université Royale, Parme (Italie).

1893 490 SARASIN (Charles), Professeur de Géologie à l'Université, 22, rue de la Cité, Genève (Suisse).

1868 SAUVAGE (Émile), Docteur en médecine, Directeur honoraire de la station aquicole, Conservateur des Musées, 39 *bis*, rue de la Tour-Notre-Dame, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

1901 Savornin (J.), Chef des travaux de Géologie et de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 62, boulevard Bon-Accueil (Alger).

1878 Sayn (Gustave), à Montvendre, par Chabeuil (Drôme).

1901 Schardt (A. Hans), Professeur de Géologie à Neuchâtel, Veytaux, près Montreux (Vaud, Suisse).

1890 Schmidt (Dr Carl), Professeur de Géologie à l'Université, 107, Hardtrasse, Bâle (Suisse).

1906 Schœners, 239 *bis*, rue Lafayette, Paris, X.

1910 Segaud (Émile), 46, rue Gay-Lussac, Paris, V.

1879 Segré (Claudio), Ingénieur en chef de l'Institut expérimental des Chemins de fer de l'Etat, St. de Transtevere, Rome (Italie).

1906 Seidlitz (W. von), Dr ès sciences, Assistant à l'Institut géognosto-paléontologique de l'Université, Ruprechtsaü, Parkstrasse, 9, Strasbourg (Alsace-Lorraine).

1894 500 Sena (Joachim C. Costa), Directeur de l'École des Mines d'Ouro-Preto (Minas-Geraes, Brésil).

1866 Seunes (Jean), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 40, faubourg de Fougères, Rennes (Ille-et-Vilaine).

1895 Sevastos (Romulus), Docteur ès sciences, 33, rue Sărărie, Jassy (Roumanie).

1904 Simeh (Francisco-Rodolpho), Directeur du Musée de l'État du Rio-Grande du Sud, 587, Andradas, Porto-Alegre (Brésil).

1899 Simon (Auguste), Ingénieur, Directeur des Mines de Liévin (Pas-de-Calais).

1881 Six (Achille), Professeur au Lycée, 29, rue de Brebières, Douai (Nord).

1902 Skinner (Lieutenant-Colonel B. M.), 20, Merton Hall Road, Wimbledon (Grande Bretagne).

1893 Skouphos (Th.), Conservateur du Musée minéralogique et paléontologique de l'Université, Athènes (Grèce).

1879 [P] Société Anonyme des Houillères de Bessèges et Robiac, 17, rue Jeanne-d'Arc, Nîmes (Gard).

1884 Société d'Émulation de Montbéliard (Doubs).

1878 510 Socorro (Marqués del), Professeur de Géologie à l'Université, 41, rua de Jacometrezo, Madrid (Espagne).

1899 Spiess, Chef de Bataillon, Chef du Génie, Saint-Etienne (Loire).

1861* STEFANESCU (Gregoriu), Professeur de Géologie à l'Université, 8, strada Verde, Bucarest (Roumanie).

1894 STEFANESCU (Sabba), Professeur de Paléontologie à la Faculté des Sciences, 2, boulevard Coltei, Bucarest (Roumanie).

1888 STEFANI (Carlo de), Istituto superiore, Piazza San Marco, Florence (Italie).

1902 STEHLIN (H. G.), Conservateur du Musée, Bâle (Suisse).

1886 STEINMANN (Gustav), Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université, 98, Poppelsdorferallee, Bonn (Allemagne).

1909* STEUER (Dr Alex.), Liebigstrasse, 37, Darmstadt (Allemagne).

1896 STÖBER (Dr F.), Professeur de Minéralogie à l'Université, 6, rue de la Roseraie, Gand (Belgique).

1903 STREMOOUKHOFF (Dimitry), Conseiller à la Cour d'Appel, Maison Oulianof, log 24, Zoubowsky boulevard, Moscou (Russie).

1884 520 STUER (Alexandre), Comptoir français géologique et minéralogique, 4, rue de Castellane, Paris, VIII.

1896 STÜRTZ (B.), Comptoir minéralogique et paléontologique, 2, Reisstrasse, Bonn-sur-le-Rhin (Allemagne).

1907 TASSART (L.-T,), Ingénieur des Arts et Manufactures, 57, boulevard Pereire, Paris, XVII.

1881 TERMIER (Pierre), Membre de l'Institut, Ingénieur en chef au Corps des Mines, Professeur de Minéralogie à l'École des Mines, 164, rue de Vaugirard, Paris, XV.

1893* THEVENIN (Armand), Assistant de Paléontologie au Muséum national d'Histoire naturelle, 15, rue Bara, Paris, VI.

1904 THIÉRY (Paul), 57, rue Jeanne-d'Arc, Chaumont (Haute-Marne).

1883 THOMAS (H.), Sous-Ingénieur des Mines, Chef des travaux graphiques du Service de la Carte géologique de la France, 62, boulevard Saint-Michel, Paris, VI.

1867 THOMAS (Philadelphe), Docteur en médecine, Gaillac (Tarn).

1907 TORNQUIST (Dr A.), Professeur de Géologie et de Paléontologie à l'Université, 5, Busolstrasse, Königsberg (Prusse).

1872 Toucas (Aristide), Lieutenant-Colonel en retraite, 30, rue des Saints-Pères, Paris, VI.

1909 530 Tournier (Gaston), Rédacteur en chef de l'Écho minier et industriel, 31, rue Lepic, Paris, XVIII.

1900 Tournouër (André), à Ver, par Ermenonville (Oise).

1905 Vacher (Antoine), Chargé de cours de Géographie à l'Université (Fac. des Lettres), Rennes (I.-et-V.).

1894 Vaffier, Docteur en médecine, Docteur ès sciences, Chânes, par Crèches (Saône-et-Loire).

1859* Vaillant (Léon), Professeur honoraire au Muséum national d'Histoire naturelle, 4, rue Linné, Paris, V.

1879 Vallat (Jules de), ancien Maire du VIe arrondissement, 1, rue Madame, Paris, VI.

1876* Vallot (Joseph), Directeur des Observatoires du Mont-Blanc, 5, rue François-Aune, Nice (Alpes-Maritimes).

1876* Van den Broeck (Ernest), Conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle, Secrétaire général honoraire de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, 39, place de l'Industrie, Q^r. L^d., Bruxelles (Belgique).

1909 Vandernotte, Contrôleur des Mines, 21, avenue Reille, Paris, XIV.

1870 Van Kempen (Charles), 12, rue Saint-Bertin, Saint-Omer (Pas-de-Calais).

1898 540 Vaquez (J.), Directeur d'École publique, Professeur de Géologie à l'École coloniale Jules-Ferry, 35, allée d'Antin, Le Perreux (Seine).

1874* Vasseur (Gaston), Professeur de Géologie à l'Université (Faculté des Sciences), 29, boulevard d'Athènes, Marseille (Bouches-du-Rhône).

1867 Vélain (Charles), Professeur de Géographie physique à l'Univ. (Fac. des Sc.), 9, rue Thénard, Paris, V.

1902 Vermorel (Victor), Directeur de la Station viticole, Villefranche (Rhône).

1873 Vialay, Ancien Ingénieur de la Compagnie parisienne du gaz, Semur-en-Auxois (Côte-d'Or).

1875 Vidal (Luis Mariano), Inspecteur général des Mines, ex-directeur de la Carte géologique de l'Espagne, Diputacion, 292, Barcelone (Espagne).

1894 Vidal de la Blache (Paul), Membre de l'Institut, Professeur de Géographie à l'Université (Faculté des Lettres), 6, rue de Seine, Paris, VI.

1905 VILLAFAÑA (Andrès), Aide-géologue à l'Institut géologique national, Mexico (Mexique).

1905 VILLARELLO (Juan D.), Géologue chef de section à l'Institut géologique national, 5ª, del Ciprès, nº 2728, Mexico (Mexique).

1901 VINCEY (Paul), Ingénieur-Agronome, Professeur départemental d'Agriculture de la Seine, 84, rue Charles-Lafitte, Neuilly-sur-Seine (Seine).

1903 550 VINCHON (Arthur), Avocat, 78, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris, VI.

1882 VISCHNIAKOFF (Nicolas), Gagarinsky péréoulok, Propre maison, Moscou (Russie).

1904 VLES (Fred), Préparateur de Zoologie à l'Université (Fac. des Sc.), 46, boulevard St-Michel, Paris, V.

1876 VOISIN (Honoré), Ingénieur en chef des Mines, Directeur de la Compagnie des Mines de Roche-la-Molière et Firminy, Firminy (Loire).

1892* VULPIAN (André), Licencié ès sciences naturelles, villa des Bois, Lamballe (Côtes-du-Nord).

1907 WALLERANT (Fréd.), Membre de l'Institut, Professeur de Minéralogie à l'Université (Faculté des Sciences), 1, rue Victor-Cousin, Paris, V.

1881 WELSCH (Jules), Professeur à l'Université (Faculté des Sciences) 5, rue Scheurer-Kestner, Poitiers (Vienne).

1907 WÓJCIK (Karimierz), Docteur ès sciences, Assistant de Géologie à l'Université, 6, rue Sainte-Anne, Cracovie (Autriche-Hongrie).

1871 WUHRER (Louis), Graveur, 4, rue de l'Abbé-de-l'Épée, Paris, V.

1905* ZEIL (Capitaine G.) du Service géographique de l'Indo-Chine, 22, rue Milton, Paris, IX.

1870 560 ZEILLER (René), Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Professeur à l'Ecole des Mines, 8, rue du Vieux-Colombier, Paris, VI.

1905 ZUBER (Dr Rudolf), Professeur de Géologie à l'Université, Lemberg (Autriche).

1880 ZUJOVIC (Jovan M.), Professeur à la Faculté des Sciences, 12, rue Kragujewaczka Ulica, Belgrade (Serbie).

1881 ZÜRCHER (Ph)., Ingénieur des Ponts et Chaussées, Directeur général des travaux du Chemin de fer des Alpes bernoises, 45, Laubeckstrasse, Berne (Suisse).

LISTE DES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ

DISTRIBUÉS GÉOGRAPHIQUEMENT

EUROPE

France.

Ain.

Béroud (abbé).
Chanel.

Aisne.

Brouet.

Allier.

.....

Alpes (Basses-).

.....

Alpes (Hautes-).

Martin (D.).

Alpes-Maritimes.

Ambayrac.
Caziot.
Guébhard (Dr).
Maury (E.).
Poirault (Georges).
Vallot.

Ardèche.

.....

Ardennes.

.....

Ariège.

Azéma.
Croisiers de Lacvivier.

Aube.

Lambert.

Aude.

.....

Aveyron.

Chabanier.

Belfort (Terr. de).

Maitre.
Meyer.

Bouches-du-Rhône.

Bibl. mun. de Marseille.
Dalloni.
Joleaud (L.).
Lonclas.
Repelin.
Roux.
Vasseur.

Calvados.

Bigot.
Houel.
Labor. Géologie Fac. de Caen.
Laurent (Arm.).

Cantal.

Boule.
Marty.

Charente.

Chauvet.
Rejaudry.

Charente-Inférieure.

.....

Cher.

Duvergier de Hauranne.
Grossouvre (A. de).

Corse.

.....

Côte-d'Or.

Bréon.
Collot.
Epery (Dr).
Vialay.

Côtes-du-Nord.

Guilbert.
Vulpian.

Creuse.

.....

Deux-Sèvres

Boone.

Dordogne.

Labat (Dr).

Doubs.

Bresson.
Fournier (E.).
Girardot.
Henry.
Mouret.
Soc. d'Emul. de Montbéliard.

Drôme.

Sayn.

Eure.

Fleury.

Eure-et-Loir.

Aubert (Frédéric).
Bourgery.

Finistère.

.....

Gard.

Bonnes (F.).
Carrière.
Cie des Mines de la Grand'Combe.
Fabre (G.).
Soc. des Houillères de Bessèges.

Garonne (Haute-).

Bibl. Univ. Médecine et Sc. de Toulouse.
Caralp.
Doumerc.
Garrigou.
Mengaud.
Paquier.

Gers.

. . . . . .

Gironde.

Boreau.
Fallot.
Gardé.
Harlé.
Jacob (Charles).
Lataste.

Hérault

Bibl. Univ. de Montpellier.
Delage.
Gennevaux.
Léenhard.
Miquel.
Mourgues.
Sabatier-Desarnauds.

Ille-et-Vilaine.

Bezier.
Kerforne.
Groth.
Seunes.
Vacher.

Indre.

Balsan.

Indre-et-Loire.

Grossouvre (G. de).
Lecointre.

Isère.

Allard.
Bibl. Univ. de Grenoble.
Cardaillac (J. de).
Dumolard.
Gignoux.
Kilian.
Lory (P.).
Poncin.
Pussenot.
Reboul.

Jura.

Piroutet.

Landes.

Lorrin.

Loir-et-Cher.

Delamarre.
Filliozat.

Loire.

Grandjean.
Mallet.
Voisin.

Loire (Haute-).

Dreyfus.

Loire-Inférieure.

Bureau (Louis).
Davy.
Dumas.
Ferronnière.
Gourdon.
Polo (Dr.).

Loiret.

. . . . . .

Lot.

. . . . . .

Lot-et-Garonne.

. . . . . .

Lozère.

Charreyre (abbé).

Maine-et-Loire.

Bizard.
Cheux.
Oudry.

Manche.

. . . . . .

Marne.

Collet.
Dueil.
Grenier.

Marne (Haute-).

Daval.
Thiéry.

Mayenne.

Couffon (Dr. O.).
OEhlert.

Meurthe-et-Moselle

Éc. des Eaux et Forêts de Nancy.
Godefroy.
Grand'Eury.
Guillaume.
Imbeaux.
Joly.
Nicklès.
Nicou.
Noël.

Meuse.

Évrard.

Morbihan.

. . . . . .

Nièvre.

Busquet.

Nord.

Barrois.
Bourgeat (abbé).
Delépine (abbé).
Dollé.
Douxami.
Gosselet.
Moureau (abbé).
Six.

Oise.

Barret (abbé).
Janet (Ch.).
Tournouër.

Orne.

. . . . . .

Pas-de-Calais.

Dutertre.
Van Kempen.
Legay.
Lonquety.
Pontier (D.).
Rigaux.
Sauvage.
Simon.

Puy-de-Dôme.

Aubert (Francis).
Bibl. Univ. de Clermont-Ferrand.
Charvilhat (Dr).
Garde.
Gautier (P.).
Giraud (J.).
Glangeaud.

Pyrénées (Basses-).

Détroyat.
Gramont (Comte de).
O'Gorman (Comte G.).

Pyrénées (Hautes-).

. . . . . .

Pyrénées-Orientales.

Donnezan (Dr A.).
Mengel.

Rhône.

Boyer.
Cottron.
Depéret.
Doncieux.
Gaillard.
Offret.
Riaz (de).
Riche.
Roman.
Roux.
Vermorel.

Saône (Haute-).

Cardot.
Petitclerc.

Saône-et-Loire.

Bayle.
Bonnardot.
Chaignon (de).
Coste.
Lissajous.
Rouyer.
Vaffier.

Sarthe.

. . . . . .

Savoie.

Curet.
Hollande.
Huot.
Révil.

Savoie (Haute-).

Bibliothèque d'Annecy.

Seine.

Les membres résidant dans le département de la Seine ne sont pas mentionnés.

Seine-Inférieure.

Boutillier.
Fortin.
Le Marchand.

Seine-et-Marne.

Decarry.
Lez.
Morin.
Roussel.

Seine-et-Oise.

Barthélemy.
Colas.
Courty.
Desprez de Gésincourt.
Embry.
Euchène.
Lab. de géol. de l'Éc. de Grignon.
Larger (Dr).
Negre.
Péroux.

Somme.

. . . . . .

Tarn.

Thomas (Dr Ph.).

Tarn-et-Garonne.

. . . . . .

Var.

Jacquinet.
Michalet.

Vaucluse

Chatelet.
Deydier.
Golfier.
Spiess.

Vendée.

Chartron.

Vienne.

Fournier (A.).
Lebouteux.
Mauche.
Welsch.

Vienne (Haute-).

Gorceix.

Vosges.

. . . . . .

Yonne.

Regnault (E.).

Alsace-Lorraine.

Bary (Em. de).
Bibl. Univ. de Strasbourg.
Friren (abbé).
Holzapfel.
Inst. géogn.-paléont. de Strasbourg.
Seidlitz (von).

Allemagne.

Bamberg.
Bibl. univ. de Fribourg-en-Brisgau.
Bornemann (L.-G.).
Haas (H.).
Institut géol. Munich.
Kalkowsky (E.).
Kœnen (von).
Oppenheim (P.).
Renz.
Steinmann.
Steüer.
Sturtz (B.).
Tornquist.

Autriche-Hongrie.

Arthaber (von).
Fritsch (Ant.).
Kuzniar.
Hœrnes.
Institut géol. Cracovie.
Limanowski.
Mus. nat. géol. d'Agram.
Nopcsa.
Počta.
Salopek.
Wojcik.
Zuber.

Belgique.

Bibl. de l'Univ. cath. de Louvain.
Cornet.
Dordolot (chanoine de).
Habets.
Lab. géol. Un. Liège.
Latinis (L.).
Leriche.
Mourlon.
Pourbaix.
Stöber (F.).
Van den Broeck.

Bulgarie.

Allahverdjiew.

Espagne.

Almera (chanoine).
Bofill y Poch.
Calderon.
Cortazar (de).
Landerer.
Maurice.
Socorro (Mes del).
Vidal (L. M.).

Finlande.

Ramsay (Wilhelm).

Grande-Bretagne.

Allorge.
Geikie (Sir A.).
Harmer (F.-W.).
Hughes.
Skinne .

Grèce.

Kténas.
Négris (Ph.).
Skouphos.

Italie.

Capellini.
Cocchi.
Dal Piaz.
Fairman.
Mattirolo.
Portis.
Rovereto.
Sacco (Fed.).
Sangiorgi.
Segré.
Stefani (de).

Pays-Bas.

Molengraaff.
Sandberg.

Portugal.

Choffat.
Comm. Serv. géol.
Lima (Wenceslau de).
Oliveira (d') Machado e Costa.
Pereira de Sousa.

Roumanie.

Mircea.
Mrazec.
Munteanu-Murgoci.
Popescu-Voitesti.
Popovici-Hatzeg.
Sevastos (R.).
Stefanescu (Gregoriu).
Stefanescu (Sabba).

Russie.

Bogdanowitch.
Derwies (Mlle de).
Barakasch (Nicolas).
Kovaïsky.
Ilavlow.
Ptremooukhoff.
Vichniakoff.

Serbie.

Zujović.

Suisse.

Argand.
Bibl. de l'Univ. de Bâle.
Brunhes (J.).
Delebecque (A.).
Duparc.
Favre (Ern.).
Golliez.
Joukowsky (E.).
Lugeon.
Mermier.
Sarasin.
Schardt (A. Hans).
Schmidt (Carl).
Stehlin.
Zürcher.

AFRIQUE

Algérie.

Brives.
Cie des Minerais de fer de Mokta-el-Hadid.
Doumergue.
Dussert.
Espinas.
Ficheur.
Flamand (G. B. M.).
Gautier (E.-F.).
Jacob (Henri).
Mérigeault.
Savornin.

Égypte.

Ball (John).
Couyat.
Fourtau.
Pachundaki.

Transvaal.

Jorissen.

Tunisie.

Bédé.
Bursaux.
Roux.

AMÉRIQUE

Brésil.

Sena (J.).
Simeh (F.-R.).

Rép. Dominicaine.

Moscoso (de).

Pérou.

Bravo.
Lissón.

États-Unis.

Branner (J. C.).
Dale (N.).
Darton.
Eastman.
Haldeman.
Harris (G. D.).
Libbey.
Lyman.
Ritter.
Rothwell.

Mexique.

Aguilar y Santillan.
Aguilera.
Burckhardt.
Florès.
Ordoñez.
Roblès.
Villafaña.
Villarello.

ASIE

Indes néerlandaises.

Brouwer.

Tonkin.

Counillon.
Deprat.
Lantenois.
Mansuy.
Zeil (Cne).

MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ DÉCÉDÉS EN 1910

MM.
Basset-Bonnefons (R.)
Cambessedès (F.).
Daniloff (de).
Font y Sagué (abbé N.).

MM.
Geandey (F.).
Laflamme (abbé J. C. R.).
Demidoff (prince).
Miquel e Irizar (M.).

MM.
*Rolland (G.).
*Tabariès de Gransaignes.
Thomas (Ph.).

PRIX ET FONDATIONS

DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

Les prix dont la Société dispose sont décernés chaque année par une Commission constituée de la manière suivante :

1° Le Président et les Vice-Présidents de l'année courante;

2° Les anciens Présidents de la Société;

3° Les anciens Lauréats des Prix de la Société;

4° Cinq membres de province désignés par le Conseil dans sa première séance.

Cette Commission se réunit dans le courant du premier trimestre.

PRIX VIQUESNEL

Le prix fondé en 1875 sous le nom de Prix Viquesnel et destiné à l'encouragement des études géologiques est *biennal*. Le lauréat, sans distinction de nationalité, doit être membre de la Société.

Ce prix consiste en une médaille conforme au modèle adopté par le Conseil de la Société et en une somme correspondant à ce qui sera disponible des arrérages du capital légué par Mme Viquesnel (environ 500 francs).

Ce prix sera distribué en 1912.

PRIX FONTANNES

Le prix fondé en 1888 sous le nom de Prix Fontannes et destiné à récompenser l'*auteur français* du meilleur travail *stratigraphique publié pendant les cinq dernières années*, est décerné tous les deux ans, alternativement avec le Prix Viquesnel.

Ce prix consiste en une médaille d'or conforme au modèle adopté par le Conseil de la Société et d'une valeur d'environ 300 francs, et en une somme correspondant à ce qui sera disponible des arrérages du capital légué par Fontannes (environ 1 000 francs).

Ce prix sera distribué en 1911.

PRIX PRESTWICH

Le Prix Prestwich, institué en 1902, en suite du legs fait à la Société par Sir Joseph Prestwich, est *triennal*. Conformément aux volontés du testateur, ce prix doit être accordé à *un* ou *plusieurs* géologues, *hommes ou femmes*, de nationalité quelconque, *membres* ou *non* de la Société géologique de France, qui se sont signalés par leur zèle pour le progrès des sciences géologiques. Les lauréats devront être choisis, autant que possible, de telle sorte que le prix puisse être considéré par eux comme un encouragement à de nouvelles recherches.

Ce prix consiste en une médaille d'or conforme au modèle adopté par le Conseil de la Société et d'une valeur d'environ 250 francs et en une somme

d'environ 600 francs. La médaille n'est pas nécessairement attribuée à la même personne que la somme d'argent ; le titre de lauréat n'appartient qu'au titulaire de la médaille.

En conformité avec les intentions du testateur « il est loisible au Conseil de décider que les arrérages du legs seront accumulés, pendant une période n'excédant pas six années, pour être appliqués à une recherche spéciale portant sur la stratigraphie ou la géologie physique, la dite recherche devant être poursuivie, soit par une seule personne, soit par une commission. Faute d'un tel objet, les arrérages pourront être accumulés pendant trois ou six ans, selon que le Conseil en décidera, et être employés à tel but qu'il jugera utile ».

Ce prix sera distribué en 1912.

PRIX GAUDRY

Ce prix est *annuel*. Conformément aux volontés du testateur « les revenus de la somme léguée serviront tous les ans à donner une médaille d'or, sous le nom de médaille Albert Gaudry, à un paléontologiste ou à un géologue français ou étranger. Le restant de la somme qui n'aura pas été employé pour la médaille sera attribuée chaque année à un savant ayant besoin d'être aidé dans ses études ».

La médaille est d'une valeur de 800 francs environ ; la somme distribuée de 400 francs.

PRIX GOSSELET

Le prix fondé en 1910 par M. Gosselet est destiné à récompenser des travaux de *Géologie appliquée*. Il est quinquennal et consiste en une médaille d'argent et une somme correspondant à ce qui sera disponible des arrérages du capital offert par M. Gosselet.

Ce prix sera distribué en 1911.

MISSIONS C. FONTANNES

Mme Veuve Fontannes a légué à la Société un capital dont les arrérages (environ 1 000 francs) sont tous les ans mis à la disposition du Conseil de la Société, pour être affectés, sans aucune périodicité prévue, à des missions utiles aux progrès des sciences géologiques.

FONDATION BAROTTE

Les sommes en provenant constituent une caisse de secours en faveur des géologues ou de leur famille. Elles sont distribuées par le Conseil, après enquête.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

Chailles jurassiques des environs de Langogne (Lozère)

par **G. Fabre** et **J. Ressouche**[1].

On connaît depuis plus de vingt ans un curieux témoin de l'extension ancienne des mers jurassiques sur le Massif Central de la France, c'est l'amas de silex (*chailles*) situé au sommet de la colline de Beauregard à 1 km. N. de Langogne (Lozère). La Société géologique de France a visité cette localité le 21 septembre 1893 et y a reconnu un de ces trop rares dépôts qui attestent la grande transgression bajocienne. Mais les fossiles un peu frustes recueillis à cette époque ne suffisaient pas pour fixer d'une façon précise le niveau géologique auquel il convient de rapporter ces chailles[2].

Depuis lors de persévérantes recherches poursuivies pendant deux ans ont permis à l'un de nous de réunir des documents paléontologiques assez nets, que notre savant confrère M. Kilian a bien voulu déterminer de la façon suivante :

Lioceras acutum Quenst. sp. (*A. Murchisonæ-acutus* Quenst.).
Cœloceras cf. *Braikenridgii* d'Orb. sp.
Lima (*Plagiostoma*) cf. *Annonni* Mirian (voisin de *L. semicircularis* Sow.).
Exogyra obscura Sow. sp.
Anomia (*Placunopsis*) *Morrisi* Opp.
Radula (*Lima*) *duplicata* Sow.
Posidonomya Muelleri Grepp. (voisin de *P. opalina* Qu.).
Astarte detrita Goldf. (*A. elegans major* Qu.).
Lima gibbosa Sow.
Pecten barbatus Sow.
Collyrites.

Cette faune ne diffère que très peu de la faune normale du Bajocien inférieur des Causses[3], elle indique cependant des

1. Note présentée à la séance du 20 septembre 1910.
2. Fabre. Compte rendu de l'excursion du 21 septembre 1893. *B. S. G. F.*, (3), XXI, 1893, p. 622.
3. On trouve en plus dans le Bajocien des environs de Mende : *Lioceras opalinoides*, *Witchellia Romani*, *Lima proboscidea*, *Lima Hesione*, *Rhynchonella epiliasina*, *Terebratula perovalis*, *Ostrea sublobata*.

conditions de milieu moins franchement marines que dans la région centrale du bassin des Causses. Mais la nature et l'aspect physique des chailles de Beauregard permettent de les *identifier d'une façon complète* avec les chailles *in situ* qui couronnent le causse calcaire de Belvezet [1].

Ce causse, le plus septentrional des Causses, est constitué par les strates régulières du *calcaire à Fucoïdes* (70 m.) de l'étage bajocien inférieur ; ce sont des calcaires marneux en lits minces qui se chargent peu à peu en silice à mesure qu'on remonte la série et qui se terminent en haut par des assises très siliceuses dont les chailles jonchent le sol sur de grands espaces.

Or la faune des chailles de Belvezet est à peu près identique à celle de Beauregard, tout au plus peut-on y noter une proportion un peu moindre de Lamellibranches côtiers ; et cependant il y a

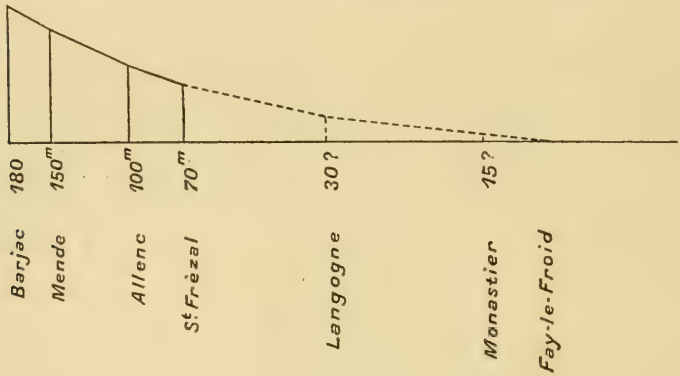


Fig. 1. — Diagramme des épaisseurs de l'étage bajocien.
Long. 1/100 000 ; Haut. 1/10 000.

une distance de 20 km. entre Belvezet et Beauregard, autrement dit les chailles de Beauregard sont à 20 km. plus près du rivage ancien que celles de Belvezet. Ce rapprochement du rivage n'a cependant pas été suffisant pour modifier sensiblement la faune ; aussi, raisonnant par analogie, on est fondé à dire que Beauregard est probablement encore *à plus de 20 km. de l'ancien rivage.*

Il nous a paru intéressant d'essayer de contrôler cette déduction par d'autres considérations purement stratigraphiques, basées sur la diminution progressive de l'épaisseur des couches.

Notons tout d'abord que pendant l'époque du Bajocien inférieur, la sédimentation a été sur toute l'étendue du bassin des Causses depuis Saint-Affrique jusqu'à Mende uniformément

1. Voy. *ibid.*, p. 630.

vaseuse, abondante et continue, sans présenter à mesure qu'on se rapproche des anciens rivages aucune modification autre qu'une simple diminution d'épaisseur. Notons aussi que les territoires continentaux du Massif Central sur lesquels les sédiments bajociens se sont étendus en transgressivité paraissent avoir été absolument aplanis de façon à n'offrir aucun obstacle au libre avancement de la mer [1]. Ces deux faits ressortent avec une extrême netteté de toutes les observations de détail ; ils permettent d'appliquer ici le *principe de continuité* et de supposer, avec une grande chance de vérité, que l'épaisseur des sédiments se montre à peu près proportionnelle à l'éloignement du rivage. Ces prémices étant posées en principe, il est facile de traduire graphiquement les épaisseurs de l'étage bajocien dans les différents points d'un profil dirigé vers le NE. en partant des environs de Mende (fig. 1).

Ce diagramme permet de penser que l'épaisseur des sédiments bajociens devait être de près de 30 mètres dans la région de Langogne, et que le rivage devait se trouver encore assez loin vers le NE., c'est-à-dire au delà même du Monastier (Haute-Loire). Les explorations sur le terrain ont, en effet, fait connaître depuis plus de quarante ans des chailles bajociennes dans les environs du Monastier et de Fay-le-Froid [2]. Seulement on expliquait alors leur présence dans ces régions élevées en supposant d'anciennes communications de la mer jurassique du côté de la vallée actuelle du Rhône.

Nous estimons qu'il n'en était rien et que les gisements de Beauregard, Monastier et Fay-le-Froid jalonnent la direction de l'extrémité de l'ancien géosynclinal des Causses [3] dont ils permettent de suivre les tracés jusqu'à 40 kilomètres plus loin que les derniers dépôts jurassiques en place. C'est à ce titre que leur étude offre un réel intérêt.

1. L'un de nous discutera dans une prochaine note la question de savoir si ce plan incliné de l'ancienne surface du Massif Central représente une surface *d'abrasion marine* ou une *pénéplaine subaérienne*.
2. *B. S. G. F.*, (2), XXVI, p. 1089 et suiv.
3. *B. S. G. F.*, (3), XXI, p. 639.

Jurassique moyen et supérieur du Chalonnais et du Mâconnais

par **Camille Rouyer**[1].

Depuis la réunion de la Société géologique de France, à Chalon-sur-Saône, en 1876, le Jurassique moyen et supérieur du département de Saône-et-Loire n'a été l'objet, à notre connaissance, d'aucune étude spéciale d'ensemble. Quelques recherches nous ayant permis de compléter sur plusieurs points les données actuellement acquises, nous donnons ci-dessous le résultat de nos observations, en les groupant par étages[2].

Rauracien et Séquanien. — Une certaine confusion règne dans les classifications établies jusqu'ici pour les niveaux rauraciens et séquaniens de Saône-et-Loire. La légende explicative de la feuille de Chalon-sur-Saône les réunit sous le nom de Corallien et sous la notation j^3 ; celle de la feuille de Mâcon les divise en Kimeridgien (noté $j^{5\text{-}4}$), et en Corallien (noté j^3). M. Pellat et M. Delafond[3] ont soupçonné l'existence des niveaux astartien et ptérocérien, mais en l'absence de données précises n'ont pas fourni d'indications sur leurs rapports respectifs. Or, nous avons reconnu dans le Séquano-Rauracien des régions chalonnaise et mâconnaise des zones présentant une assez grande constance de caractères, et nous proposons les divisions suivantes :

Séquanien.
- 2. Oolithe blanche de Fontaines. — Calcaires compacts à *Z. humeralis* et *Ceromya excentrica*. Calcaire crayeux.
- 1. Calcaires à *Ostrea Bruntrutana* et *Zeilleria Egena*.

Rauracien.
- 2. Dalles dites coralliennes, de Dracy-le-Fort.
- 1. Calcaires oolithiques rouges, de Givry, à *Cidaris florigemma*, *Ochetoceras* cf. *Marantianum* et *Perisphinctes* sp. du groupe de *Per. Achilles*.

1. Note présentée à la séance du 27 juin 1910.

2. Consulter les feuilles suivantes de la Carte géologique détaillée de la France : *Beaune*, n° 125 ; *Chalon-sur-Saône*, n° 137 ; *Mâcon*, n° 148.

3. Pellat. Sur le terrain jurassique des environs de Chalon-sur-Saône, *B.S.G.F.*, (3), IV, pp. 14-17. — Delafond. Note sur les terrains jurassiques supérieurs et crétacés de la côte chalonnaise, *B.S.G.F.* (3), IV, pp. 7-19.

Calcaires rouges de Givry. — Les couches rauraciennes sont bien développées à Chagny, Fontaines, Givry, Saint-Gengoux-le-National, Tournus, Lugny, etc. Aucune incertitude ne saurait demeurer sur leur âge exact, tant à raison de la présence de *Peltoceras bimammatum*, signalé dans le Mâconnais que de la trouvaille, par nous faite, à Givry, localité typique, d'un exemplaire d'*Ochetoceras* cf. *Marantianum*. Cette trouvaille permet de paralléliser ce niveau avec les couches à Spongiaires du Berry, et, d'autre part, la présence à Givry, à Fontaines, à Saint-Gengoux, de grands *Perisphinctes* du groupe de *Per. Achilles*, aussi bien dans les calcaires rouges que dans les dalles coralliennes, autorise à synchroniser cet ensemble, tant avec les marno-calcaires à *Pholadomya hemicardia*, qui, à Châtelneuf (Jura), contiennent de grands *Perisphinctes* et surmontent les couches à *Collyrites* de *bicordata*[1], qu'avec les horizons à *Och.* cf. *Marantianum* et *Phol. hemicardia*, signalés en Savoie[2]. Notre Rauracien Saône-et-Loire correspondrait de même, en Argovie, avec les couches à *Hemicidaris crenularis*, *Cidaris florigemma*, *Glypticus hieroglyphicus* et *Peltoc. bimammatum*. Il présente les plus grandes analogies de faciès avec les dépôts de même âge du Jura méridional. Dans l'étendue d'une même carrière on peut voir une même couche varier rapidement de texture; tantôt en effet les calcaires sont compacts, à pâte fine, presque lithographiques, tantôt ils sont pisolithiques, oolithiques, ou sableux. Dans certains bancs, on remarque des galets ou concrétions ovoïdes de calcaire plus ancien, à cassure jaune, à surface rugueuse, quelquefois perforé par des Pholades ou des Serpules. Ces caractères se retrouvent dans certains dépôts du Rauracien inférieur du Jura, tels par exemple ceux décrits à Châtelneuf par M. Girardot[3] où cet auteur signale des « calcaires à oolithes fines et régulières, alternant dans le milieu avec des bancs à concrétions et des bancs calcaires à pâte fine ».

Enfin, à Givry, on recueille, à la partie inférieure des couches exploitées, des Spongiaires ovoïdes. Ce niveau à Spongiaires doit être mis sur le même horizon que celui signalé dans le Jura méridional à la partie supérieure des couches du Geissberg, notamment par MM. Boyer[4] et Choffat[5].

La faune des calcaires oolithiques rouges est assez pauvre en

1. Girardot. Excursion à Châtelneuf. *B.S.G.F.*, (3), XIII, p. 60.
2. Hollande. Terrains jurassiques de Savoie. *B.S.G.F.*, (3), XIII, p. 228.
3. Girardot. *Op. cit.*, p. 72.
4. Boyer. Note sur les environs de Brenod. *B.S.G.F.*, (3), XIII 1885, p. 120.
5. Choffat. Bancs de Spongiaires du Jura. *B.S.G.F.*, (3), XIII, 1885, p. 185.

espèces. Quelques-unes y présentent une grande profusion d'individus, telles sont : *Ostrea Bruntrutana* Thurm., *Rhynchonella pinguis* Opp., *Paracidaris florigemma* Ph., *P. Parandieri* Ag. (*Cidaris Blumembachi*). Les Pélécypodes sont presque absents de ces couches ; nos recherches ne nous ont fourni que trois moules internes absolument indéterminables. Par contre, il est intéressant de signaler que plusieurs espèces sont cantonnées exclusivement dans les calcaires du Rauracien inférieur et ne se retrouvent même pas dans les « dalles ». Ce sont : *Mytilus subpectinatus* d'Orb., *Cardium* sp. (petite espèce voisine par sa forme de *Cardium corallinum*, mais de petite taille et ornée de fines stries), *Megerlea pectunculus*, *Ostrea rastellaris*, *Diceras* sp.

Dalles dites coralliennes de Germolles. — L'horizon dénommé « dalles coralliennes » se lie intimement aux calcaires oolithiques de Givry. Il est bien développé à Germolles (commune de Mellecey) et mérite de constituer dans le Chalonnais et dans le Mâconnais un ensemble spécial. La sédimentation y a changé, en effet, de caractère ; tandis que dans les calcaires de Givry le faciès oolithique ou pisolithique est prédominant, et que les calcaires lithographiques n'apparaissent pas en bancs continus, dans les « dalles », au contraire, on remarque de véritables calcaires lithographiques, durs, à cassure conchoïde, en couches bien réglées, alternant avec des lits oolithiques. La faune est encore plus pauvre en espèces que celle des calcaires de Givry. Les grands *Perisphinctes* ont disparu à peu près totalement ; un seul individu a été recueilli par nous à Dracy-le-Fort. Enfin, la stratification entrecroisée, si remarquable et si fréquente dans les calcaires de Givry, est moins affirmée dans les « dalles ».

La division du Rauracien en deux termes est très nette dans le Chalonnais et dans le Mâconnais. Toutefois, dans cette dernière région, les bancs oolithiques, intercalés dans les calcaires lithographiques, disparaissent, de telle sorte que ce niveau ne présente plus que des calcaires compacts, plus ou moins fendillés, mais toujours assez régulièrement stratifiés. En même temps, on y voit abonder plusieurs espèces de Terebratules (*Ter. cincta* Cot., *Ter. bicanaliculata* Ziet. etc.), et *Pholadomya Protei* Defr. Cette dernière espèce est absente des « dalles» du Chalonnais à faciès oolithique. Ce niveau a été signalé dans le Mâconnais par M. Arcelin, sous la dénomination de « calcaire à Pholadomyes [1] ».

Nos observations concernant l'Argovien et le Rauracien du

1. Arcelin. Explication de la carte géologique des deux cantons de Mâcon. *Annal. de l'Acad. de Mâcon*, 2e s., t. III, p. 208.

Mâconnais seront utilement appuyées par la coupe suivante fournie par la route de Lugny à Bissy-la-Mâconnaise :

Argovien	1. Marnes grises, en bancs de 0 m. 30, alternant avec des lits de calcaire compact gris, de 0 m. 10, visibles sur	2,50
	2. Calcaire hydraulique gris, en bancs de 0,20, séparés par des lits marneux	2,50
	3. Banc calcaire, tacheté de rouge, se délitant en feuillets à la partie supérieure	2 m.
Rauracien inférieur	4. Calcaire oolithique, grisâtre	0,80
	5. Banc à cassure rougeâtre, en plaquettes	0,50
	6. Banc à cassure rosâtre et oolithes jaunâtres	1 m.
	7. Calcaires rougeâtres, non oolithiques, se délitant en plaquettes	1 m.
	8. Marnes à gros pisolithes ou sphérites (masquées par la végétation), environ	2 m.
	9. Calcaire et marnes rouges et grises avec Rhynchonelles, *Apiocrinus*, *Lima* cf. *læviuscula* Desh.	2 m.
	10. Gros bancs gris parsemés d'oolithes	0,60
	11. Calcaires et marnes à sphérites rougeâtres, avec grandes Térébratules (*Ter. bicanaliculata* Ziet.)	9 m.
	12. Calcaires grisâtres avec lits noduleux à Térébratules et Rhynchonelles	2,50
	13. Lit marneux fossilifère à Rhynchonelles, *Ost. Bruntrutana* Th., *Ost. rastellaris*, radioles de *Cidaris*	0,05
Rauracien supérieur	14. Calcaires subcompacts, gris, régulièrement lités	20 m.
Séquanien inférieur	15. Calcaires gris, compacts à *Ostrea Bruntrutana* Th. en gros bancs (*Zeilleria Hudlestoni* Walk).	3 m.
	16. Calcaires oolithiques blancs ou rosés, avec *Ostrea Bruntrutana* Th. très abondant, et *Pecten* cf. *Lauræ* Et.	5 m.
Séquanien supérieur	17. Calcaire compact à cassure subconchoïde	0,50
	18. Banc perforé	1 m.
	19. Calcaires compacts, jaunâtres	1 m.

Cette coupe montre nettement le passage de l'Argovien au Rauracien par la substitution progressive des calcaires aux marnes (nos 1 à 3). Elle montre également un intéressant développement du Rauracien, les nos 4 à 13 correspondant à nos calcaires oolithiques rouges de Givry, du Chalonnais, le no 14 aux « dalles ». Quant aux nos 15 et 16, ils constituent un horizon important

pour la stratigraphie régionale, très constant, et sur lequel nous insisterons plus loin[1].

En général, dans le Mâconnais nord (Sennecey, Tournus, Préty, Lugny)[2], le faciès du Rauracien est identique à celui du Chalonnais. Dans le Mâconnais sud, au contraire, les couleurs rouges caractéristiques tendent à disparaître, et il n'y aurait que des « calcaires durs, grisâtres, grumeleux, surmontés de calcaires blancs ou jaunâtres, lithographiques ».

Dans la Côte-d'Or, le Rauracien inférieur présente encore quelquefois, exceptionnellement, une coloration rouge (Saint-Romain, près Meursault), mais le faciès a changé, et comme nous le verrons plus loin, les calcaires rouges et les dalles passent latéralement à des calcaires grenus, oolithiques, blonds ou rosâtres.

Signalons un accident dolomitique, qui se développe en lentille entre Beaune et Givry, au niveau des « dalles coralliennes ». Près de Beaune, la localité type où se présentent ces dolomies est Sampot, près Auxey. Elle a fourni une flore et une faune variées. A ces dolomies sont subordonnés les calcaires oolithiques du Rauracien inférieur et les calcaires à débris siliceux, qui atteignent les localités de Chagny et de Bouzeron plus au Sud.

Nous avons retrouvé dans le département de Saône-et-Loire, au même horizon géologique, des dolomies, qui sont certainement synchroniques de celles de Sampot. A Chagny, en effet, à la partie supérieure des « dalles coralliennes », anciennement exploitées au bas de la Folie, à droite de la route de Givry, on remarque, dans les calcaires, des intercalations dolomitiques tantôt sous forme de lits de quelques centimètres d'épaisseur, tantôt sous forme de poches sableuses, irrégulières. Ce niveau est parfaitement visible aussi dans la tranchée de la ligne de Paris à Lyon, au delà de la gare de Chagny; on y voit nettement les bandes dolomitiques, qui tranchent par leur couleur jaune sur le fond grisâtre des calcaires; on y voit aussi les poches laissées au milieu des calcaires par le départ par dissolution des sables dolomitiques.

A Dracy-le-Fort, près Givry, on retrouve au même niveau une couche de dolomie jaunâtre puissante de un mètre. Dans les

1. Sur le terrain, les couches comprises dans cette coupe forment un léger pli synclinal, dont l'axe, légèrement faillé, est constitué par les nos 16 à 18.

2. C'est l'Oolithe rouge de Préty ou *Argovien rouge*, de Berthaud (Berthaud. Description géologique du mâconnais. Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris. Mâcon, imp. Protat, 1869). Cet auteur a, d'ailleurs, très nettement précisé les divers faciès de notre Rauracien inférieur dans le Mâconnais ; pour lui, ces couches forment la partie supérieure de son « *Argovien* »

carrières entre Dracy et Givry, le calcaire dolomitique est associé à des calcaires compacts, lithographiques, avec petits lits marneux ou grumeleux à Rhynchonelles, en dalles minces, et à des calcaires suboolithiques, à grandes Térébratules, et *Ost. Bruntrutana* Th. formant lumachelle.

Ces couches sont surmontées de calcaires cariés ou perforés. Une succession semblable se présente dans les carrières ouvertes près de la grande route de Chagny à Givry, à l'embranchement du chemin de Dracy, près le Buet. Le calcaire dolomitique y atteint jusqu'à deux mètres d'épaisseur.

Au delà de Dracy, et plus au Sud nous n'avons trouvé dans le Rauracien aucunes traces de dépôts dolomitiques, et ni dans cette localité, ni à Chagny, ils ne se sont montrés fossilifères.

Calcaires à Zeilleria Egena *et* Ostrea Bruntrutana. — *Ostrea Bruntrutana* Th. apparaît, en Saône-et-Loire, dès l'Argovien; elle est abondante dans le Rauracien, mais il atteint le maximum de son développement dans un horizon qui ménage la transition entre le Rauracien et le Séquanien. Malgré son peu d'épaisseur (8 mètres à Lugny, 6 mètres à Chagny) cet horizon reste très constant dans le Chalonnais et le Mâconnais. *Ostrea Bruntrutana* y est parfois si abondante qu'elle forme lumachelle, ainsi qu'on peut le constater à Lugny, et toujours elle nous a fourni un excellent repère par ce caractère. Elle s'associe à *Pecten subarmatus*, espèce qui paraît cantonnée à ce même niveau, et enfin à Dulphey, nous avons recueilli dans une lumachelle à *Ostrea* un exemplaire bien typique de *Zeilleria Egena*. Il existe donc, en Saône-et-Loire, un représentant du niveau à *Ostrea Bruntrutana* et *Zeill. Egena* du bassin de Paris, de la Haute-Saône et du Jura. Vraisemblablement, ce niveau se retrouverait dans la Côte-d'Or.

Ces couches sont uniformément calcaires; mais deux faciès semblent devoir y être distingués : calcaires caverneux au Nord de Givry, calcaires oolithiques, au Sud de Givry. Dans les environs de Chagny, à Fontaines notamment, on y remarque des calcaires blanchâtres, durs, plus ou moins cariés, où abondent l'*Ostrea Bruntrutana* et une grande *Terebratula*. A Chagny même, ces couches sont visibles près du point coté 283, et plongent sous les carrières d'oolithe blanche, exploitée à Saint-Jacques. On les retrouve à Fontaines avec les mêmes caractères et la même position; elles contiennent à Saint-Hilaire de nombreuses Rhynchonelles et des débris d'*Apiocrinus*. Ces calcaires caverneux ont d'ailleurs une puissance variable, et ils passent, semble-t-il, quelquefois localement à des calcaires subcompacts[1]. Ils se

1. Delafond. *Op. cit.*, p. 8.

placent sensiblement au niveau des dolomies de Sampot, près Auxey-le-Grand.

A Givry, à la partie supérieure des « dalles », nous avons observé les calcaires décrits par M. Pellat sous la désignation de « Récurrence de calcaire à *Apiocrinus*[1] ». Ils sont « caverneux, friables par places, très fossilifères, renfermant... des tiges d'*Apiocrinus*, de petites Huîtres voisines de l'*O. Bruntrutana*, l'*O. rastellaris* et en outre une grande quantité de *Ter.* cf. *humeralis* et de *Ter. subsella* ». Ces calcaires constituent le prolongement des calcaires cariés de Fontaines. A Givry, ils sont nettement surmontés par des couches oolithiques, blanchâtres, où l'*O. Bruntrutana* est abondante. Il semble donc y avoir là superposition des deux faciès : à la base, calcaires cariés, au-dessus, calcaires oolithiques. Mais plus au Sud le second faciès subsiste seul : c'est ainsi que les localités de Saint-Gengoux, de Dulphey, de Lugny, ne présentent à ce niveau que des calcaires oolithiques. On l'a vu par la coupe à Lugny, et la coupe de Dulphey n'est pas moins probante. On la relève tant dans la route qui conduit de Dulphey au chemin suivant la rive gauche de la Natouze que dans le village lui-même :

KIMÉRIDGIEN	Calcaires tendres, subcrayeux, à *Ostrea pulligera* GOLD, *Pseudocidaris Thurmanni* ET. et calcaires blanchâtres, plus durs, sans fossiles, environ...	3 m.

Lacune par suite d'éboulis d'argiles et de sables tertiaires.

SÉQUANIEN SUPÉRIEUR	Calcaires compacts blanchâtres, à cassure subconchoïde, très régulièrement stratifiés en petits lits, sans fossiles. Ils sont entrecoupés par plusieurs bancs à Brachiopodes, durs, un peu oolithiques. A la partie supérieure de l'ensemble, on remarque deux bancs marneux, se délitant à l'air, en feuillets, et ils ont donné à ce niveau *Ceromya excentrica* AG. ; épaisseur approximative.....	25 m.

Lacune.

SÉQUANIEN INFÉRIEUR	Banc calcaire dur, compact, à nombreuses *Ostrea Bruntrutana* TH.....	1 m.
	Calcaire oolithique, avec parties jaunâtres, quelquefois saccharoïde, environ.....	3 m.
	Calcaire blanc, oolithique, avec *Ostrea Bruntrutana*, environ.....	2 m.

1. PELLAT. *Op. cit.*, p. 16.

Rauracien supérieur (23 m.)	Calcaires massifs, avec parties jaunâtres se liant à des calcaires subcompacts en plaquettes	8 m.
	Lit marneux.	
	Calcaire jaunâtre, avec parties compactes et parties oolithiques	1 m.
	Calcaire grumeleux, jaunâtre, mal visible, environ.	2 m.
	Calcaire oolithique avec Térébratules et Rhynchonelles	1 m.
	Calcaires subcompacts	1 m.
	Calcaires oolithiques, gris ou jaunâtres, se présentant soit en petits lits, assez réguliers, soit avec des lentilles grumeleuses, très fossilifères (*Trichites*, *Pecten*, *Rhynchonella*)	8 m.
Rauracien inférieur (19 m. 83)	Banc rougeâtre, grumeleux	0,30
	Calcaire rougeâtre ou gris, oolithique ou pisolithique, irrégulièrement stratifié, se débitant en fragments ovoïdes (*O. Bruntrutana*, Térébratules)	4,60
	Calcaires rouges, oolithiques, en partie masqués par des éboulis	6,50
	Marnes et calcaires rouges, non oolithiques	3 m.
	Banc rouge se délitant en fragments	0,60
	Calcaire oolithique ou pisolithique, rougeâtre	1,60
	Calcaires en lits réguliers, grisâtres ou rougeâtres, subcompacts, sans fossiles	3,30
	Lit marneux à *O. Bruntrutana* et radioles de *Cidaris*	0,08
	Banc calcaire grumeleux, rougeâtre	0,15
	se liant à une marne grise, grumeleuse	0,30
Argovien (4 m. 90)	Banc calcaire	0,20
	Marne grise avec cordons de nodules calcaires	1 m.
	Banc calcaire	0,30
	Marne grise	0,40
	Calcaires gris, compacts, séparés par des feuillets marneux	3 m.

Cette coupe montre à merveille le passage de l'Argovien au Rauracien. Le Séquanien ne s'y présente que masqué par des éboulis. Toutefois, sa partie inférieure se présente nettement caractérisée par l'abondance de *O. Bruntrutana*.

Il semble que dans le Mâconnais (Nancelles, Gros-Mont) notre Séquanien inférieur à *O. Bruntrutana* prenne une grande épaisseur : sous le nom de *calcaire feuilleté blanc jaunâtre*, M. Arcelin lui donne, dans cette région, 49 mètres de puissance[1].

[1] Arcelin. *Op. cit.*, p. 208.

Oolithe blanche de Fontaines-les-Chalon. — Les limites supérieures du Séquanien entre Dijon et Mâcon n'ont jusqu'ici été que très imparfaitement déterminées. Dans la Côte-d'Or, au Nord de Dijon, le Séquanien est bien défini quant à sa limite supérieure par l'existence d'un calcaire à Ptérocères surmonté de couches à *O. virgula*. Au Sud de cette ville et jusqu'à Chagny, il n'existe aucun affleurement connu de couches attribuables sans conteste au Ptérocérien ou au Kiméridgien, et les études de détail sur les niveaux rauraciens et séquaniens de cette région faisant défaut, il n'est pas possible de savoir si le Séquanien tout entier y est représenté. Dans le département de Saône-et Loire, il pourra être, grâce à nos recherches, facilement délimité dans la série stratigraphique. Ses couches inférieures y seront formées par nos calcaires à *O. Bruntrutana* et *Z. Egena*, et il sera couronné par les marnes et calcaires à Ptérocères bien reconnaissables à Vers, près Sennecey. Entre ces deux horizons très constants, nous avons distingué une série de couches calcaires d'un blanc parfois écla-

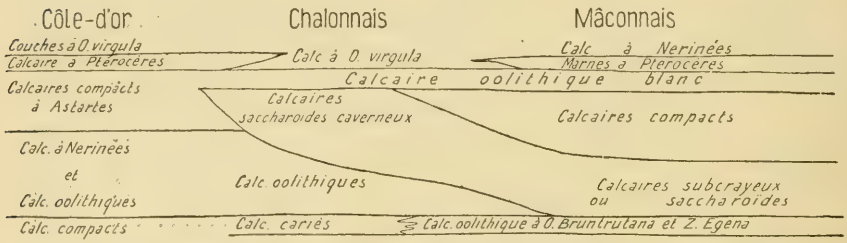


Fig. 1. — Schéma des variations de faciès du Séquanien en Saone-et-Loire

tant, oolithiques, marmoréennes ou saccharoïdes, caractérisées par *O. pulligera*, *Diceras* sp., *Terebratula cincta* Cot., passant d'ailleurs dans le Mâconnais, en partie, à des calcaires compacts avec *Ceromya*, qui forment notamment les couches supérieures de la coupe de Dulphey (= calcaires lithographiques d'Arcelin).

Deux faciès devront ainsi être mis en relief : le faciès chalonnais (entre Chagny et Saint-Gengoux) et le faciès mâconnais (entre Saint-Gengoux et Mâcon). Le premier trouve son expression dans les coupes de la Folie, près Chagny, de Fontaines-les-Chalon, de Germolles. La succession est généralement la suivante, dans le Chalonnais :

3. Bancs de calcaire finement oolithique, blanc.

2. Calcaires massifs, ou en gros bancs, le plus souvent saccharoïdes, quelquefois oolithiques, très souvent caverneux.

1. Calcaires oolithiques ou pisolithiques, blancs, à *Ost. pulligera*.

La couche n° 1 est activement exploitée comme pierre d'appareil à Chagny et à Fontaines ; c'est elle qui affleure près de Corpeau, près de Rully (point coté 282) et dans d'anciennes carrières près la gare de Givry. Sur ce dernier point, elle contient des Polypiers roulés, des tiges et calices d'*Apiocrinites*, des Nérinées, *Ostrea pulligera* Goldf., *Rhynchonella pinguis* Opp., *Mytilus subpectinatus* d'Orb., *Terebratula* sp., *Hemicidaris* (*Cidarites*) *crenularis* Lamk. C'est également ce niveau qui affleure à Saint-Boil, près d'anciens fours à chaux : il nous a fourni là *Ostrea pulligera*. Il est à cet endroit presque crayeux.

Dans le Chalonnais, la couche 3, toujours oolithique n'a que quelques mètres d'épaisseur, mais elle est très constante dans la région et offre un bon repère stratigraphique, car elle est surmontée de calcaires compacts ou lithographiques, bien reconnaissables par leur texture différente, et qui constituent la base du Kiméridgien.

Dans le Mâconnais, les puissants niveaux oolithiques blancs de Fontaines ont presque disparu ; ils sont remplacés par des calcaires crayeux ou saccharoïdes, cristallins, qui s'annoncent dejà, à Saint-Boil, au Sud de la région chalonnaise. Le contact des couches à *O. Bruntrutana* et de ce niveau crayeux est très net, près de Saint-Gengoux ; nous l'avons constaté tant dans la butte cotée 356, qui porte une statue de la Vierge, que dans la colline au Nord de la gare.

Dans le premier point, au-dessus de calcaires durs, blanchâtres à *Ost. Bruntrutana*, on voit des calcaires durs, sans fossiles, à texture marmoréenne, non stratifiés, divisés parfois par des fentes verticales, et d'autres fois disposés en gros blocs, le plus souvent perforés en tous sens.

Au Nord de la gare de Saint-Gengoux et au sommet de la colline (ancien chemin d'Etiveau) nous avons retrouvé le niveau à *Ost. Bruntrutana* avec *Pecten subarmatus* Etall. au-dessus des « dalles coralliennes ». Il est surmonté lui-même par des calcaires subcrayeux, qui ont donné *Tereb. cincta* Cot.

Signalons enfin le gisement de Thurissey (ligne ferrée de Fleurville à Mâcon) où un calcaire blanc à nombreuses *Ost. Bruntrutana* est surmonté des couches suivantes :

Calcaire finement oolithique, blanc, 2 m.
Calcaire subcompact ou grumeleux, env. 3 m.
Calcaires marmoréens et calcaires crayeux.

Dans le Mâconnais, la fin du Séquanien est marquée par l'appa-

rition d'un système de calcaires compacts, d'environ 25 m. d'épaisseur, assez régulièrement stratifiés, très peu fossilifères généralement. Le passage des sédiments oolithiques de la base à ces calcaires compacts, semble s'être fait assez brusquement; une coupe relevée sur la ligne ferrée de Saint-Gengoux à Montchanin, près la gare de Culles (km. 5,400 à 5,600), l'établit :

3. Calcaire blanchâtre avec *Ceromya excentrica*, *Zeilleria humeralis*, env. 6 m.
2. Calcaires fissurés, marneux, sans fossiles, 12 m.
1. Calcaire blanc de lait, cristallin, marmoréen, tendre, avec pisolithes, fossilifère, *Ost. pulligera*, *Rhync. pinguis*, *Terebratula*, *Pecten*, env. 4 m.

Dans cette coupe, le n° 1 se lie intimement au n° 2, et il n'y a entre les deux couches aucune interruption de sédimentation. Le même contact est visible à Vers, au Sud de Sennecey (voir coupe, p. 15), et à Ozenay. Dans cette dernière localité, on peut voir le contact, tant avec les calcaires crayeux qu'avec les marnes à Ptérocères, d'une série de calcaires compacts, de calcaires oolithiques blancs, et de calcaires jaunâtres avec Rhynchonelles, quelquefois grumeleux (*Mytilus subpectinatus* d'Orb.).

Enfin à Thurissey et à Saint-Gengoux, les calcaires compacts du Séquanien nous ont fourni : *Pholadomya Protei* Defr., *Ceromya excentrica* Ag., *Lucina rugosa* d'Orb., *Pholadomya hortulana* Ag., *Terebratula subsella* Leym., *Zeill.* cf. *humeralis* Roem., *Rhync. pinguis* Opp., *Nautilus* sp., *Pecten* cf. *Minerva*, *Nerinea* cf. *Bruntrutana*.

Dans le Mâconnais nous avons remarqué que nos calcaires compacts séquaniens sont le plus souvent séparés des marnes à Ptérocères par un horizon oolithique, très net. C'est ainsi que sur le chemin de fer de Saint-Gengoux à Montchanin, au km. 46,00 à 4,800, on remarque cette succession :

Argile à silex.
Calcaire en gros bancs, sans fossiles, à texture subcristalline (surmontés par des calcaires à Nérinées, dans le bois, au-dessus de la tranchée) . . . . . .
Marnes blanches et calcaires marneux à *Ter. subsella* abondantes (Ptérocérien), environ . . . . . 10 m.
Calcaires blanchâtres oolithiques en gros bancs, visibles sur . . . 2,50

A Vers, près d'un lavoir, au Sud du village, on relève l'importante succession que voici :

Kiméridgien	Calcaires compacts perforés, affleurant à gauche de la route entre Vers et Vergis	
	Calcaires à *Fimbria trapezina* Buv.	
	Calcaires perforés, saccharoïdes, durs,... ..	5 m.
	Calcaires non perforés (*Cardium*).....	2 m.
	Calcaires perforés, blanchâtres, jaunes vers la base, durs, massifs, se cariant par l'exposition à l'air, environ.....	10 m.
	Calcaires caverneux, durs, avec nombreux polypiers.....	9 m.
	Lacune.....	6 m.
	Marnes et calcaires à Ptérocères et *Ter. subsella*, visibles sur.....	3 m.
Séquanien	Calcaire oolithique, blanc, avec *Trichites*, *Ost. pulligera*, Nérinées.....	2 m.
	Calcaire oolithique grisâtre.....	1 m.
	Calcaires compacts, à cassure conchoïde, en lits réguliers, et calcaire saccharoïde, le tout régulièrement lité, sur.....	25 m.
	Calcaires saccharoïdes ou subcrayeux, massifs, en gros bancs, visibles en bas du village de Vers, près du ruisseau.....	8 m.

Relations stratigraphiques du Rauracien de Saône-et-Loire et du Rauracien de la Côte-d'Or. — Nous n'avons pas eu le loisir de parcourir personnellement les affleurements rauraciens situés entre Dijon et Beaune, mais les quelques courses que nous avons effectuées entre Chagny et Beaune, jointes aux renseignements que fournissent MM. Lambert et Collot[1], sont de nature à apporter quelques données nouvelles sur le parallélisme des couches rauraciennes de la Côte-d'Or et de Saône-et-Loire.

Il résulte des recherches de M. Collot, qu'autour de Beaune, la succession des assises rauraciennes serait la suivante : *c*), lits marneux avec grosses pisolithes ; *b*), oolithes blanches ; *a*), calcaires grenus plus ou moins spathiques, avec dolomies subordonnées (Sampot), ou calcaires oolithiques et calcaires ordinaires à débris siliceux. Nous avons pu constater la succession détaillée de ces couches, au Nord de Meursault, entre le col qu'emprunte la route de Meursault à Nantoux, par Monthélie, et les carrières de dolomies de Sampot (commune d'Auxe-le-Grand). Leur ensemble surmonte les calcaires hydrauliques de l'Argo-

1. Lambert. Étude sur le Jurassique moyen du département de l'Yonne. *Bull. Soc. sc. de l'Yonne*. 1884. — Collot. Légende explicative feuille de Beaune, n° 125, 1897.

vien à *Pec. Martelli* qui affleurent au col[1]. Les calcaires grenus, terreux ou arénifères de la base du Rauracien sont connus dans la Côte-d'Or ; M. Jules Lambert en a nettement précisé, dès 1884, la position au Mont-Afrique[2], au-dessus de son *Argovien inférieur* et au-dessous de son *Corallien*. Leur épaisseur est là, d'après cet auteur, de 23 m., et ils contiennent *Phol. ampla* et *Phol. decemcostata*. Nos calcaires terreux, oolithiques ou à débris siliceux, inférieurs aux dolomies de Sampot, en sont évidemment le prolongement, ils se placent comme les calcaires du Mont-Afrique, entre les calcaires hydrauliques argoviens et les calcaires oolithiques blancs considérés autrefois comme *coralliens*. Il ne semble pas qu'il y ait passage insensible des calcaires hydrauliques argoviens aux calcaires grenus ; les deux niveaux sont, au contraire, séparés, à Sampot, par un niveau de marnes à Spongiaires. Non loin de Sampot, à Saint-Romain, entre les calcaires grenus et les calcaires oolithiques blancs, se développent des couches rougeâtres, régulièrement stratifiées, qui rappellent par leur aspect les niveaux rauraciens de Saône-et-Loire.

Nous avons pu suivre l'horizon des calcaires grenus et des calcaires à débris siliceux dans les environs immédiats de Chagny. Leur superposition aux calcaires hydrauliques argoviens est très nette près de Bouzeron (autour du point coté 386 entre Agneux et Nantoux (bois de Nantoux et mamelon au Sud du point coté 302). Près de Bouzeron, on voit les calcaires grenus, couronnés par un horizon à radioles d'Échinides et débris de fossiles silicifiés. Mais au Nord de Rully et à Chagny, on constate aussi l'existence au niveau du Rauracien inférieur de calcaires rougeâtres, en dalles, et de calcaires grumeleux rouges. Il faut en conclure que la région de Chagny présente à la fois les deux faciès, savoir : à la base, celui des calcaires grenus et à fossiles silicifiés, et plus haut, celui des calcaires rougeâtres, grumeleux ou en dalles, destinés à se développer seuls, plus au Sud. Les importantes carrières de Fontaines-les-Chalon, ne montrent déjà plus de calcaires grenus, pas plus que celles de Givry, et l'un des derniers représentants vers le Sud de ces calcaires paraît être la couche exploitée sur 4 mètres environ, à Étroie, près le Bourg-neuf-Val-d'Or, et qui nous a fourni *Collyrites elliptica*. Les calcaires d'Etroie sont subcompacts, régulièrement stratifiés, grisâtres avec parties rosâtres, et ne contiennent que de rares fossiles, quelques Rhynchonelles.

1. Par erreur, la Carte géologique détaillée, feuille de Beaune, indique sur ce point le Rauracien inférieur, j^3.
2. Lambert. *Op. cit.* p. 154.

Au Sud de Givry, il n'y a plus ni calcaires grenus, ni calcaires à débris siliceux.

Il ne faut pas considérer, à notre avis, les calcaires grenus ou terreux, comme se développant, en quelque sorte, au milieu des calcaires hydrauliques argoviens. Ces calcaires grenus sont, au contraire, synchroniques de nos calcaires rouges de Givry et des dalles *coralliennes* de Dracy-le-Fort. En effet, à la base des calcaires rouges, dans les carrières de Givry, nous avons recueilli les mêmes espèces de Spongiaires qu'à la base des calcaires grenus de Sampot. Il est donc évident que cet horizon à Spongiaires est le même, se plaçant dans les deux localités, au sommet des calcaires hydrauliques argoviens à *Per. Martelli.* D'autre part, l'oolithe blanche de Fontaines est contemporaine de l'Oolithe blanche de la Côte-d'Or, dont la coupe de Sampot nous montre les couches les plus inférieures. Il en résulte que les calcaires grenus, immédiatement inférieurs à l'Oolithe blanche de la Côte-d'Or, sont contemporains de nos dalles coralliennes de Dracy-le-Fort, et de nos calcaires rouges de Givry, immédiatement inférieurs, eux, à l'Oolithe blanche de Fontaines. Il y a passage latéral des calcaires oolithiques et à débris siliceux aux calcaires oolithiques rouges, et les deux faciès peuvent quelquefois être superposés, comme à Saint-Romain et comme à Rully. Quant aux dolomies de Sampot, elles ne sont en somme qu'un accident minéralogique important, qui se poursuit jusque vers Fontaines et Germolles, passant aux calcaires cariés, toujours à la base de notre Séquanien, et aux lits jaunes, dolomitiques, qui apparaissent déjà à la partie supérieure du Rauracien.

Ces observations autorisent à établir un parallélisme assez net entre notre Rauracien de Saône-et-Loire et certains niveaux du bassin de Paris. En effet, les calcaires terreux et arénifères du Mont-Afrique (Argovien supérieur, Lambert) sont synchroniques des calcaires à chailles de Lézinnes, Châtel-Censoir, et Druyes[1]; ils le sont également de nos calcaires rauraciens, puisque nous admettons qu'ils se relient à eux par les calcaires oolithiques à débris siliceux des environs de Beaune. La liaison de nos horizons de Saône-et-Loire avec le Rauracien de Lézinnes, est donc bien établie. D'ailleurs, nous avons été frappé de l'analogie de texture des calcaires à débris siliceux de Sampot et des calcaires coralligènes de Gland et Stigny, synchroniques, ou peu s'en faut, des calcaires de Lézinnes[2]. Il faut certainement placer la limite

1. Lambert. *Op. cit.*, p. 156.
2. Collot. *Bull. Serv. Carte géol. France.* Avril 1903, p. 3.

du Rauracien à la base des calcaires de Lézinnes, dans l'Yonne, et à la base des calcaires grenus, dans la Côte-d'Or. A Sampot, cette limite serait bien indiquée par un niveau à Spongiaires ; à la base des calcaires de Lézinnes, un niveau analogue a été signalé[1].

L'Oolithe blanche de la Côte-d'Or devrait, par voie de conséquence, être rattachée au Séquanien et non plus considérée comme rauracienne. Elle serait contemporaine de l'oolithe de la Mothe et de l'oolithe de Tonnerre, tandis que les « dalles » de la Côte-d'Or se placeraient à la hauteur des calcaires lithographiques de Commissey, de Vermenton, et de Cravant. Toutefois, nous devons nous borner à indiquer ce parallélisme ; l'étude détaillée des niveaux rauraciens et séquaniens entre Dijon et Chagny n'a pas encore été tentée, et il serait prématuré de chercher à établir quant à présent leurs relations stratigraphiques précises avec des régions un peu éloignées.

Kiméridgien et Portlandien. — Nous réunissons dans un même paragraphe les données acquises sur le Kiméridgien et sur le Portlandien, en Saône-et-Loire, parce qu'aucune ligne de démarcation n'indique la limite entre les deux étages et qu'à défaut de changement notable dans la nature des sédiments, l'absence d'Ammonites rendrait toute séparation arbitraire.

Deux faciès semblent devoir être distingués, en Saône-et-Loire, au niveau du Kiméridgien : dans le Chalonnais, se développe un faciès calcaire avec *Ostrea virgula* ; dans le Mâconnais, un faciès marno-calcaire avec Ptérocères et Nérinées.

Les coupes de Fontaines et de Buxy sont typiques du faciès chalonnais ; on relève, en effet, la succession suivante, à la lisière du bois de Saint-Hilaire :

Portlandien	11. Calcaire blanchâtre, régulièrement stratifié, à cassures conchoïdes et rognons de silex (*Phol. Protei* Defr.), visible sur...	5 m.
	10. Banc de calcaire dur à cassure esquilleuse, sans fossiles.....	1 m.
	9. Calcaires blancs, compacts, tendres, régulièrement stratifiés, mais fendillés verticalement : *Phol. Protei* Défr., *Pinna granulata* Sow., *Pinna suprajurensis* d'Orb., *Alaria* sp., *Trigonia* cf. *Tombecki* de Lor., *Pterocera*, nombreux Pélécypodes.....	3 m.
	8. Calcaire compact, assez dur, à cassures conchoïdes, régulièrement stratifié en lits de 0,20 à 0,40, contenant des parties siliceuses, au moins épais de.....	3.50

1. Lambert. *Op. cit.*, p. 100.

Kiméridgien	7. Calcaires grisâtres, subcompacts, avec nombreuses Rhynchonelles et *Zeilleria humeralis* Roem., *Tereb. subsella* Leym., environ	10 m.
	6. Banc de calcaire compact, lithographique, nankin, à cassure nettement conchoïde (petite Trigonie costulée), environ	3 m.
	5. Traces de calcaires oolithiques, gris, sans affleurements nets.	
	4. Calcaires durs, un peu marneux, grisâtres, à cassures esquilleuses, non oolithiques, avec nombreuses Rhynchonelles et *Ostrea virgula* Defr., *Ostrea pulligera* Goldf., *Mytilus subpectinatus* d'Orb., Polypiers, *Pecten*, *Trichites*, env	25 m.
Séquanien	3. Calcaire finement oolithique, blanc (épaisseur ne dépassant guère 5 m.).	
	2. Calcaires dolomitiques ou subcompacts, cariés, affleurant dans d'anciennes exploitations à l'entrée du bois de Saint-Hilaire et se retrouvant au-dessus des calcaires oolithiques blancs, exploités près de la route de Fontaines à Chagny, épais de 9 m.	
	1. Calcaires oolithiques blancs, donnant des pierres de taille.	

Cette coupe met en évidence deux niveaux jusqu'ici mal connus : tout d'abord, une série de calcaires immédiatement supérieurs à l'Oolithe blanche de Fontaines, calcaires qui nous ont fourni *Ostrea virgula* Defr., *Terebratula subsella* Leym. et *Zeill. humeralis* Rœm.. et ensuite un ensemble de calcaires blancs compacts lithographiques rappelant d'une manière frappante par leur texture les couches dites *Portlandien blanc* du bassin de Paris.

L'absence d'Ammonites ne permet pas de préciser avec certitude la limite du Kiméridgien et du Portlandien. Mais les couches 8 et 9 nous ayant fourni *Pinna suprajurensis*, caractéristique du Portlandien de la Haute-Marne et de l'Yonne, et un débris d'Ammonite rapporté par M. Paul Lemoine à *Ataxioceras*, nous les attribuons au Portlandien. Le Kiméridgien se terminerait alors au niveau de la couche 7, où on recueille à profusion *Zeill. humeralis* et *Tereb. subsella*, espèces fréquentes dans le Kiméridgien, beaucoup plus rares dans le Portlandien. De nouvelles recherches paléontologiques permettront seules de trancher la question.

Les couches portlandiennes, supérieures à la zone à *Pinna*, se développent dans le bois même de Saint-Hilaire, tandis que celle-ci n'affleure qu'à la lisière. Leur relevé détaillé est impossible à déterminer ; il semble qu'on puisse distinguer :

14. Alternances de bancs compacts et de bancs dolomitiques, autrefois exploités près de la tour de Saint-Hilaire, environ... 25 m.
13. Calcaires perforés, grumeleux, à Nérinées, à *Fimbria* sp., *Cyrena* cf. *rugosa*, environ..... 10 m.
12. Calcaires marmoréens, massifs, blancs, parfois tachetés de rose, environ..... 10 m.

Le n° 12 est très mal visible à Saint-Hilaire. Les fossiles y paraissent absents. Le n° 13, au contraire, est relativement fossilifère : les Nérinées s'y rencontrent fréquemment, et un moule interne peut être rapporté à *Cyrena*, ce qui autoriserait un parallélisme avec les couches portlandiennes à Cyrènes de la Haute-Marne. Enfin, le n° 14 constitue les alternances examinées en 1876 par la Société géologique[1]. Nous n'y avons recueilli aucun fossile. Nous n'avons pu observer la brèche à cailloux noirs anguleux signalée lors de la réunion de la Société.

Le Chalonnais ne nous a fourni qu'un second affleurement de Kiméridgien à *Ost. virgula*. Il se trouve à Buxy, lieu dit la Tuilerie, sur la route qui conduit à Saint-Gengoux, non loin de la bifurcation du chemin de Messey-sur-Grosne ; on y voit la partie supérieure des calcaires oolithiques séquaniens surmontée de couches dures, non oolithiques, massives ou mal stratifiées, qui contiennent *O. virgula*, ainsi qu'une petite Astarte, voisine de *Astarte nummus* Buv., abondante dans le Kiméridgien de l'Yonne. Au-dessus, vient le Portlandien calcaire et dolomitique, et des calcaires néocomiens, signalés récemment sur ce point par nous-même[2].

Pour retrouver, plus au Sud, des affleurements bien nets de Kiméridgien-Portlandien, il faut aller jusqu'à Saint-Gengoux-le-National, car à Buxy, entre le Kiméridgien à *O. virgula* de la Tuilerie, et le Néocomien, aucune coupe détaillée n'est à relever[3]. Au contraire la route nouvelle de Culles à Saint-Gengoux-le-National montre, d'une part, le contact du Kiméridgien et du

1. Delafond. *Op. cit.*, p. 10.
2. C. Rouyer. Crétacé inférieur de Saône-et-Loire. *Bull. Soc. Sc. nat. S.-et-L.* 1910, p. xvi, p. 40.
3. A Germolles et au Villard, la Carte géologique détaillée, feuille de Chalon, indique du Kiméridgien et du Portlandien. Cette indication est erronée. A Germolles, affleurent le Rauracien (dalles et dolomie), les calcaires cariés du niveau à *O. Bruntrutana*, et la base de l'oolithe blanche de Fontaines. Au Villard, on voit une partie de ces mêmes couches.

Séquanien, d'autre part, celui du Portlandien et du Néocomien. En face la ferme des Ermites, on remarque un important affleurement de conglomérats calcaires, miocènes, fort semblables à ceux signalés sur la feuille de Mâcon. Ils reposent sur l'argile à silex. Au contact, on voit sur 2 m. 40 un calcaire blanc, poreux, tufacé empâtant des débris de silex et des débris calcaires ; puis vient, au-dessus, une brèche calcaire et à silex, à éléments volumineux. Les blocs diminuent de grosseur, au fur et à mesure qu'on s'éloigne vers Saint-Gengoux, et le dépôt passe insensiblement à un agrégat, rougeâtre ou saumon, grossièrement stratifié, avec quelques silex. Enfin, on voit apparaître des lits d'argiles rouges, puis des alternances de lits d'argiles rouges et de lits à blocs calcaires. Ces conglomérats ne nous ont offert aucun fossile, mais ils sont évidemment de l'âge des couches lacustres à *Helix Ramondi* des environs de Dijon. C'est au-dessous d'eux que se développent les couches suivantes :

Éocène	Sables avec silex		20 m.
Albien?	Lit de nodules calcaires avec grains de quartz, en transgression sur le lit calcaire suivant		0.15
Valanginien	Lit de calcaire jaune	0.15-0.40	
	Lit marneux	0.15	
	Lit calcaire	0.15	
	Lit marneux	1.30	
	Lit calcaire	0.40	
	Marnes jaunes	1.30	
	Lit marneux avec cristaux de gypse	0.25	
	Marnes jaunes (*Pterocera*)	1 m.	
	Calcaire noduleux, jaune, très fossilifère (*Phol. elongata*, *Pterocera*, etc.)	5 m.	
	Calcaire jaune, en plaquettes, rares fossiles	6 m.	
		14.70	
Portlandien	Calcaire subcompact, blanchâtre		0.60
	Lit jaune, dolomitique		0.50
	Calcaire subcompact blanchâtre		0.60
	Lit jaune, dolomitique		0.30
	Calcaire subcompact, blanchâtre		0.90
	Lit de calcaire jaune, cristallin, gréseux		1 m.
	Calcaire blanchâtre, avec débris de Polypiers		2.50
	Lit dolomitique		0.75

Portlandien (*suite*)	Calcaire blanchâtre, avec débris de Polypiers	2 m.
	Lit jaune dolomitique	»
	Calcaires rocailleux ou subcompacts, blanchâtres, parfois avec bancs marmoréens, sans stratification régulière, paraissant alterner avec des bancs granuleux, jaunâtres (grande *Natica*); le tout a environ une épaisseur de	20 m.
	Lacune sur environ	10 m.
	Calcaire rocailleux, irrégulièrement stratifié ou en plaquettes, avec débris de Polypiers, radioles d'Échinides, *Trichites*	10 m.
	Calcaire subcompact, régulièrement stratifié.	6 m.
	Calcaires marmoréens, blanchâtres, avec Nérinées	3 m.
	Calcaires subcompacts, régulièrement stratifiés	7 m.
		65.15

Une petite faille fait buter cette dernière couche contre des dépôts plus anciens, qui sont, de haut en bas .

Kiméridgien	Calcaires marmoréens, blancs, perforés, lorsque les bancs arrivent près du sol, environ	2 m.
	Calcaires grisâtres, durs, en gros bancs, fendillés, irréguliers, avec nombreuses Rhynchonelles ; à la base taches rougeâtres, Térébratules et *O. virgula* ; fréquemment, le fendillement des couches diverge autour d'un point unique occupé par une petite cavité ; cette disposition est due à l'existence de Polypiers dissous par les eaux d'infiltration	2 m.

Puis, près de Saint-Gengoux, on peut constater l'existence de :

Portlandien (?)	Calcaire rocailleux, dur, à cassure grise, cristalline	8 m.
	Marne grise	1 m.
	Lit de calcaire siliceux ou gréseux, nankin	0.20
	Calcaire rocailleux, siliceux dans le haut, perforé (*Natica* cf. *Marcousana* d'Orb)	2 m.
	Calcaires blanchâtres, fendillés, avec Rhynchonelles, *Trigonia*, débris de fossiles	6 m

Kimérid-gien	*c* 6.45	Couches remaniées qui ont fourni : *Natica Marcousana* d'Orb., *Pterocera Oceani* Brong., *Phol. multicostata* Ag., *Pleuromya tellina* Ag	6 m.
		Calcaire subcompact, marneux, en trois lits réguliers, cassure subconchoïde, le lit supérieur perforé	0.45
	b 12.50	Calcaires blanchâtres en lits irréguliers à Nérinées	6 m.
		Banc siliceux	0.40
		Banc dur, à Nérinées	0.60
		Banc gris ou nankin, siliceux et marneux	0.50
		Calcaires perforés, à nombreuses Nérinées	3 m.
		Calcaire subcompact, blanchâtre, assez régulièrement stratifié, avec nombreuses Nérinées, *Isocardia striata* d'Orb	2 m.
	a 10.70	Marnes grises à Ptérocères et *Ter. subsella*, env.	9 m.
		Lit de calcaire dur, perforé	0.20
		Marnes grises à *Ost. pulligera* Goldf. feuilletées	1.50
Séquanien		Marno-calcaires avec *Pseudomelania Desvoidyi* d'Orb	2 m.
		Calcaire blanchâtre, subcompact	1 m.
		Marno-calcaires, jaunâtres, avec *Pseudomelania Desvoidyi* d'Orb	0.60
		Lacune	5 m.
		Calcaires blancs à *Nerinea* cf. *Bruntrutana*, *Phol. hortulana* Ag	7 m.

La figure 2 montre comment ces différentes couches se présentent sur le terrain. La coupe de détail établit la persistance, dans le Portlandien supérieur, des niveaux dolomitiques et à Nérinées, signalés à Saint-Hilaire. Elle présente aussi un type du faciès marno-calcaire du Kiméridgien mâconnais. Ce faciès a été mis en évidence par M. Arcelin pour les cantons de Mâcon[1]. Il y distinguait : 1) brèche ferrugineuse à Ptérocères et *Ter. subsella* (10 m. 95) ; 2.-3) calcaires à *Diceras* et Nérinées (12 m. 50) ; 4) calcaire à Ptérocères (7 m.). Les divisions *a*, *b* et *c*, de notre Kiméridgien de Saint-Gengoux, correspondent aux niveaux de M. Arcelin. Toutefois le faciès de calcaires bréchoïdes de sa « brèche ferrugineuse » paraît spécial aux environs de Mâcon, et partout ailleurs dans le Mâconnais, dominent à cet horizon des dépôts de marnes grumeleuses à Ptérocères et *Ter. subsella*.

1. Arcelin. Explication de la carte géologique des deux cantons de Mâcon. *Ann. de l'Acad. de Mâcon*, 2e sér., t. III, 1881, p. 210.

Ces marnes sont très fossilifères et contiennent : *Nautilus* sp., *Nerinea Desvoidyi* D'ORB., *Natica hemisphærica* ROEM., *Alaria Matronensis* DE LOR., *Pterocera Oceani* BRONG., *Pholadomya hemicordia* ROEM., *Pholad. Protei* DEFR., *Phol. hortulana* AG. *Ceromya excentrica* AG., *Thracia incerta* THURM., *Isocardia striata* D'ORB., *Cardium Banneianum* THURM., *Lucina rugosa* D'ORB., *Astarte* cf. *Desoriana* COTT., *Trigonia* sp., *Mytilus* cf. *Tombecki* DE LOR., *Trichites* sp., *Ostrea pulligera* GOLDF., *Ter. subsella* LEYM., *Pseudocidaris Thurmanni* ET., *Pseudodiadema conforme* AG., *Pygurus Royeri* COT., *Apiocrinus*[1]. Il est à remarquer que *Zeilleria humeralis* si caractéristique du niveau et si fréquente dans certaines régions, paraît ici absente. Puis vient un niveau (*b*), sans *Ost. virgula*, mais abondant en Nérinées, et puissant de 12 m. environ. Il correspond aux calcaires à *Diceras* et à Nérinées, de M. Arcelin. Enfin, au-dessus, apparaissent un peu remaniées, des marnes fossilifères à Ptérocères, qui représentent ici les calcaires à Ptérocères de M. Arcelin (*c*) et forment un deuxième niveau à Ptérocères. Le Portlandien commencerait alors avec des calcaires nankin, rocailleux. Toutefois, c'est avec quelque doute que cette attribution peut être proposée.

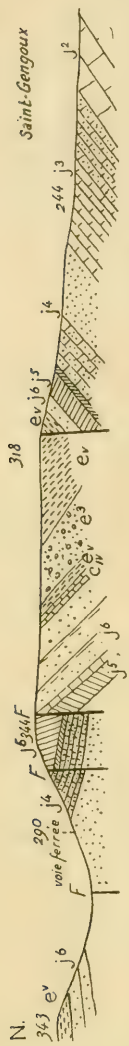


FIG. 2. — COUPE ENTRE SAINT-GENGOUX-LE-NATIONAL ET LA VOIE FERRÉE PRÈS LA GARE DE CEILLES-LES-ROCHES. J^2, Argovien ; J^3, Rauracien ; J^4, Séquanien ; J^5, Kimméridgien (marnes à Ptérocères et calcaires à Nérinées) ; J^6, Portlandien ; e_{v1}, Valangimien ; e_v, Argiles et sables à silex ; e^3, Conglomérat (Aquitanien) ; F, Failles. — Long. : 1/28000 ; haut. : 1/1000 env.

Dans tout le Mâconnais, le Kimméridgien se divise nettement en deux termes : marnes à Ptérocères et calcaires à Nérinées. A Thurissey (route de Lugny), au repère 226.76 du nivellement général, affleurent, au-dessus du Séquanien supérieur, des calcaires marneux, noduleux ou en plaquettes, avec *Ceromya excentrica* AG., *Pterocera* sp., *Ter. subsella* LEYM., passant supérieurement à un calcaire suboolithique. Non loin de ce point, à la halte de Burgy (ligne ferrée de Fleurville à Mâcon), des marnes fari-

1. D'après un renseignement obligeamment fourni par M. Lissajous, la plupart de ces espèces se rencontrent dans la « brèche ferrugineuse » de Mâcon.

neuses blanches, à *Terebratula subsella* Leym., (*a*), supportent un calcaire dur à Polypiers et Nérinées (*b*). Enfin, la coupe de Vers nous a montré, au-dessus des marnes à Ptérocères, (*a*) un beau développement de couches à Polypiers et à Nérinées (*b*). Nous n'avons pu rencontrer de point favorable à l'observation des calcaires à Ptérocères (*c*) qui constituent la partie supérieure du Kiméridgien.

Le niveau à *Pinna suprajurensis*, si net dans le Chalonnais, paraît assez mal représenté dans le Mâconnais. Peut-être faut-il lui attribuer les calcaires subcompacts de 6 m. et 7 m., séparés par des calcaires à Nérinées, de la base du Portlandien de Saint-Gengoux. Quoi qu'il en soit, entre Tournus et Dulphey, à Robalot, nous avons recueilli dans un calcaire marneux, blanchâtre, tendre : *Pinna suprajurensis* d'Orb., *Zeilleria* cf. *humeralis*, *Lucina rugosa* d'Orb., *Trigonia* voisin de *Tr. concentrica* Ag. Au-dessous, on remarque des calcaires blanchâtres, granuleux, à *Pseudomelania* et *Fimbria*, correspondant aux couches supérieures (Kiméridgien) de la coupe de Vers. Il est donc certain que la zone à *Pinna suprajurensis* existe jusque dans le Mâconnais. M. Arcelin[1] signale d'ailleurs à Igé un calcaire lithographique très fin, qui peut être rapporté à cet horizon.

Les calcaires marmoréens et perforés à Nérinées du Portlandien supérieur de Saint-Hilaire se poursuivent dans le Mâconnais, ainsi qu'en témoignent les affleurements situés dans le bois, à droite de la route, entre Robalot et Dulphey, au-dessous du Néocomien. Ce point ne nous a pas permis de constater la présence des dolomies portlandiennes. Mais il est vraisemblable que ce faciès du Portlandien se continue dans la région mâconnaise, car, près de Vers (exactement dans *er* de Vergis, sur la carte à 1/80 000) on recueille des débris dolomitiques, supérieurs aux couches à Nérinées de Vers.

Conclusions. — Nous sommes arrivés par cette étude à déterminer, avec plus de précision qu'on n'en avait apporté jusqu'ici, la succession des niveaux du Jurassique moyen et supérieur de Saône-et-Loire. Leurs affinités avec les couches du Jura sont évidentes ; toutefois, la présence de *Pinna suprajurensis*, bien cantonné dans le Portlandien moyen, indique une communication avec le bassin de Paris jusqu'ici inaperçue. En outre, *Ostrea virgula* n'avait pas été jusqu'ici signalée en Saône-et-Loire. Assez rare dans le Jura, elle est relativement abondante dans le Chalonnais, mais elle n'a pas été signalée dans le Mâconnais. Par contre

1. *Op. cit.*, p. 214.

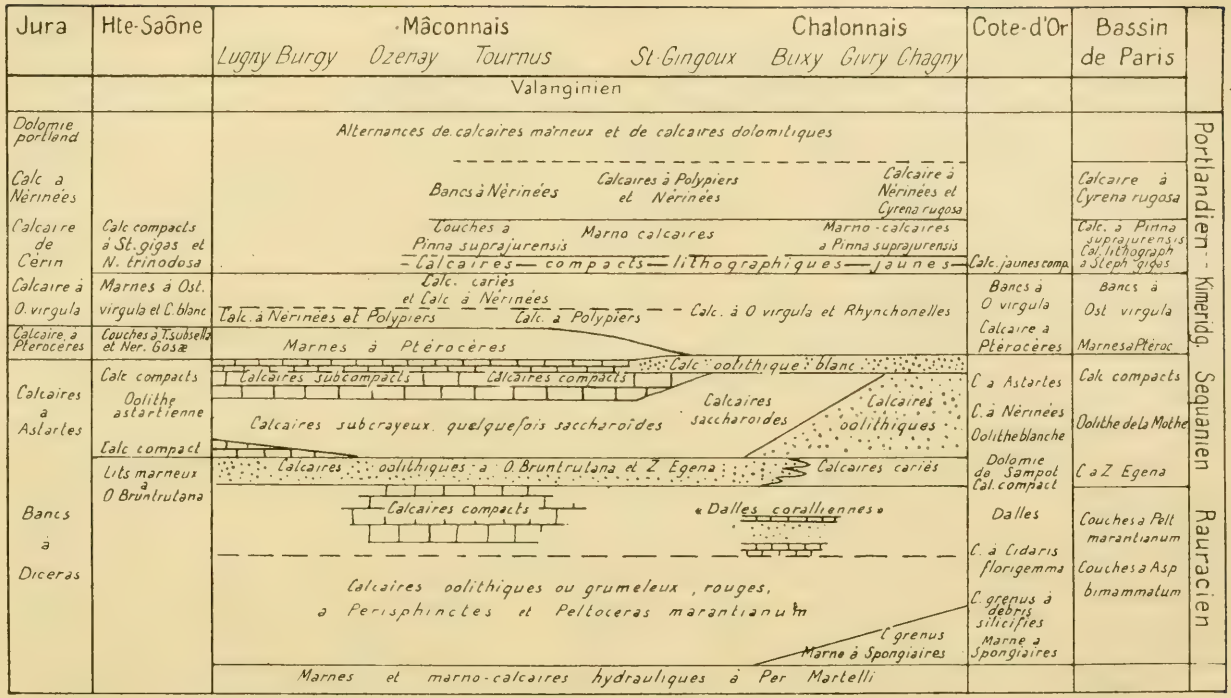


FIG. 3. — Variations de FACIÈS ET SYNCHRONISMES DU JURASSIQUE MOYEN DE SAÔNE-ET-LOIRE. — Échelle des hauteurs, environ 0,016 pour un mètre.

les Nérinées absentes du Kiméridgien du Chalonnais, sont fréquentes dans le Mâconnais. Dans le Kiméridgien du Chalonnais, les Polypiers sont rares ; mais dans le Mâconnais, il se présentent très fréquemment.

Enfin, il importe de signaler que certaines variations de faciès semblent s'opérer précisément en face l'ancienne dépression permo-carbonifère de Blanzy-Bert, vers le débouché actuel de la Dheune. Ainsi, les chailles de l'Argovien ne dépassent pas Givry, les dolomies de Sampot, près Beaune, n'ont pas été signalées au Nord de cette ville, et elles ne dépassent pas Givry au Sud ; notre niveau à *O. Bruntrutana* composé de calcaires caverneux se montre oolithique à partir de Fontaines ; enfin les marnes à Ptérocères, si remarquables par leur constance de caractères dans le Jura et dans le bassin de Paris, sont absentes à Buxy et à Saint-Hilaire, et y sont remplacées par des calcaires. Signalons enfin le changement radical de faciès éprouvé par l'ensemble de notre Rauracien entre Chagny et Beaune.

Vraisemblablement, la sédimentation sur les limites de la Côte-d'Or et du Chalonnais a du être influencée, durant le Rauracien et le Séquanien, par des causes, constamment agissantes, et dont l'origine pourrait être recherchée, à bon droit, dans le voisinage du relief hercynien. Sans doute, ce relief a contribué par l'établissement d'une ligne de hauts-fonds à provoquer la différenciation des provinces sédimentaires du Jura et du bassin de Paris. Le Rauracien de la Côte-d'Or se rattacherait ainsi aux faciès du bassin de Paris, celui de Saône-et-Loire aux faciès jurassiens. Le Kiméridgien et le Portlandien de Saône-et-Loire sont à faciès jurassien, sauf la zone à *Pinna suprajurensis*, nettement septentrionale.

Les épaisseurs de chaque étage varient peu dans les régions étudiées. Néanmoins, le Rauracien paraît plus puissant dans le Chalonnais que dans le Mâconnais, et l'inverse se produit pour le Séquanien. Ainsi, l'oolithe rouge du Rauracien inférieur ne dépasse guère 30 m. dans le Mâconnais, elle atteint 40 m. à Fontaines-les-Châlons. Les « dalles » du Mâconnais ont de 20 à 30 m. dans toute la région étudiée. Le Séquanien, qui a 30 m. dans le Chalonnais, atteint 40 m. dans le Mâconnais. Le Kiméridgien, de 25 m. à Saint-Hilaire, passerait à 30 m. à Vers, en y comprenant les marnes à Ptérocères, très constantes comme épaisseur (10 à 12 m.). Enfin, le Portlandien est puissant de 60 m. à Saint-Hilaire (et non de 40 seulement, comme l'a évalué M. Delafond) et de 65 m. à Saint-Gengoux.

Sauf dans le Rauracien inférieur et le Portlandien inférieur, nos recherches ne nous ont fourni aucune Ammonite. Cette circonstance, jointe à la rareté des dépôts argileux ou marneux, établit l'instabilité des communications avec le bassin de Paris et est au contraire l'indice d'une mer largement ouverte du côté du Jura.

Sur la géologie du Soudan

par **H. Hubert** [1].

Dans le dernier fascicule du *Bulletin* de la Société, M. René Chudeau s'occupe de la géologie de ce qu'il appelle le « Bassin de Tombouctou » [2]. Pour certaines régions que notre confrère ne doit connaître que par renseignements, son interprétation diffère beaucoup de ce que j'ai vu ; c'est pourquoi je crois devoir présenter quelques observations.

1° D'après M. Chudeau, les « schistes anciens occupent une surface considérable dans le Gourma, dont la mare de Gossi occupe le centre [3] ». Ainsi envisagé, le Gourma s'étendrait, sur la rive droite du Niger, depuis le fleuve (en face de Tombouctou) jusqu'à l'Atacora, soit, en ligne droite, sur 750 km. C'est la vieille conception géographique des Sonrays, qui ont appliqué à la presque totalité des pays du Nord de la Boucle du Niger le nom d'une unité politique et géographique bien délimitée, le royaume du Gourma. Je sais que cette manière de voir est adoptée par certains Européens, mais cela entraîne de telles confusions qu'il y a intérêt, je crois, à n'employer le mot de Gourma que lorsqu'il s'agit du royaume.

1. Note présentée à la séance du 16 janvier 1911.
2. R. Chudeau. Note sur la Géologie du Soudan. *B. S. G. F.*, (4), X, 1910, p. 315-322.
3. Il est bien entendu qu'il ne s'agit pas de schistes cristallins. D'ailleurs, et cela prévient toute confusion, M. Chudeau prend soin de spécifier que les roches qu'il a observées sont surtout des schistes argileux. J'ajouterai que, en ce qui concerne l'Afrique occidentale tout au moins, et malgré l'existence possible de termes de passage, il m'apparaît comme indispensable de faire la coupure entre les schistes argileux et les schistes cristallins, d'autant plus que dans ceux-ci rentrent les gneiss, qu'il est souvent impossible, pour ces pays, de différencier des granites. Du reste, les schistes argileux — comme les quartzites notamment — se présentent en Afrique occidentale dans des conditions telles qu'il n'y a aucune difficulté pratique pour les différencier des schistes cristallins qui leur servent de soubassement.

D'ailleurs la question d'appellation géographique n'est qu'accessoire. Ce qui est plus important, c'est que, se fondant sur l'existence de schistes argileux anciens dans le Hombori et dans le royaume du Gourma, M. Chudeau conclut au développement considérable de ces roches dans les régions intermédiaires (Yaga, Liptako, Oudala, etc.). Or, non seulement on peut être certain que les schistes argileux anciens sont fort peu développés dans ces régions intermédiaires, mais encore, dans le royaume du Gourma lui-même, on peut affirmer qu'ils sont particulièrement rares.

J'ai décrit autrefois le royaume du Gourma[1] comme représentant, au delà du plateau gréseux de Madjori, une vaste pénéplaine constituée surtout par des gneiss et des roches éruptives. Un nouveau voyage, fait récemment dans le pays, n'a fait que me fortifier dans cette opinion. Les seuls schistes argileux qu'on y rencontre sont accolés à l'Atacora et sont à rapporter à la même formation géologique que ce massif. Quant aux quelques schistes que j'ai observés, ce sont des types cristallins identiques à ceux qu'on rencontre dans la pénéplaine archéenne du Dahomey.

Il faut aller jusque dans l'Yaga pour trouver des schistes correspondant aux schistes argileux. M. R. de Lamothe, qui les a signalés[2], indique qu'ils sont assez nombreux, mais ils n'occupent qu'une très petite surface (par rapport à l'ensemble des territoires considérés) sur la rive droite du Faga.

Pour tous les pays compris entre Ansongo, Dargol et Tingé, dont l'étendue dépasse 40000 kmq., M. Chudeau signale un affleurement de schistes (d'après M. Marc). M. Marc, dans un travail récent, en signale deux[3]. M. R. de Lamothe[4] n'indique, comme types pétrographiques pouvant se rapporter à ceux que M. Chudeau signale pour le Hombori, que des quartzites noirs et des quartzophyllades entre la mare de Fénilako et Aribinda, et des schistes argentés près de Dargol. Partout ailleurs M. de Lamothe n'a rencontré que des roches éruptives et des schistes cristallins (gneiss, schistes amphiboliques, micaschistes). Par conséquent, même dans le cercle de Dori, les schistes argileux (ou les quartzites) sont loin d'occuper une surface considérable.

1. H. Hubert. Mission scientifique au Dahomey. Paris, 1908, p. 421-431.

2. R. de Lamothe. Contribution à l'étude géologique des territoires du Haut-Sénégal-Niger. *B. S. G. F.*, (4), IX, 1909, p. 527-539.

3. Marc. La région de Dori. *La Géographie*, XXII, n° 4, 1910, p. 247. Il est à peu près certain que ce que cet auteur qualifie « grès primaires » n'est autre chose que des latérites superficielles actuelles.

4. R. de Lamothe. *Loc. cit.*

Enfin, entre Aribinda et le mont Hamniganda, s'étend une vaste plaine désertique d'au moins 80 km. de large, qui n'a pas été visitée. Cependant, il est probable qu'au lieu de schistes anciens argileux, on trouvera, dans l'axe de cette plaine des formations horizontales beaucoup plus récentes.

En résumé, je crois qu'au lieu d'une région de schistes anciens argileux, il est préférable de dire, en ce qui concerne la géologie des territoires compris entre la mare de Gossi et l'Atacora que :

a) La partie comprise entre l'Oudala et le plateau gréseux de Madjori est une pénéplaine constituée presque exclusivement par des schistes cristallins et des roches éruptives.

b) La partie comprise entre Aribinda et le mont Hamniganda est actuellement inconnue.

c) La partie comprise entre le mont Hamniganda et la mare de Gossi est, conformément à l'interprétation de M. Chudeau, constituée par des schistes argileux anciens et les roches qui sont normalement associés à ceux-ci.

2° Pour le Mossi, M. Chudeau en décrit la géologie d'après M. Marc[1]. Or les renseignements donnés par cet auteur sont inexacts : « On peut distinguer au Mossi deux séries de roches cristallines. Une puissante assise de granites et une couche, généralement peu épaisse, de gneiss et de micaschistes..... Sur le socle cristallin s'est déposée une épaisse couverture de grès ». Ainsi que j'ai pu le constater, il n'y a pas un seul grès au Mossi. Les gisements précis de cette roche signalés par M. Marc doivent être déterminés : *schistes* pour le Kippirsi, *diabases* pour Boussouma et *granites* pour le pic de Naouri. Pour les micaschistes, ils sont exceptionnellement rares : sur plus de 900 km. d'itinéraires géologiques que j'ai effectués dans le seul cercle du Mossi, je n'ai vu qu'un seul affleurement, très limité, de cette roche, à Diambagatanga, et il est à peu près certain que M. Marc ne le connaît pas, puisque le sentier que j'ai suivi n'avait pas encore été levé topographiquement. Les gneiss, au lieu de former « une couche peu épaisse », occupent au moins 40000 kmq dans le cercle. Les granites francs forment au contraire des massifs limités. Quant aux schistes anciens, dont ni M. Marc, ni M. Chudeau ne parlent pour cette partie de l'Afrique, ils se développent, à travers le Mossi et l'Yatenga, sur plusieurs centaines de kilomètres.

3° A l'Est de la falaise de Bandiagara, M. Chudeau signale « de puissantes alluvions argileuses », et, « au fond de quelques puits entre Bandiagara et le Mossi, des gneiss et des micaschistes qui

1. Marc. Le pays Mossi. Paris, 1909, p. 72-77.

semblent indiquer que toute cette partie de l'Afrique a la même structure (Vuillet) ». Si, à l'Est de Kanikombolé, les sables légèrement argileux sont, en effet, abondants, il n'en demeure pas moins aisé de trouver en profondeur, à Bankasse déjà, la roche en place, qui est un grès argileux.

L'expression géographique « entre Bandiagara et le Mossi » est encore de celles qui prêtent à confusion suivant qu'on considère le Mossi tout seul ou qu'on y rattache l'Yatenga, qui en est une dépendance ethnographique. Comme M. Marc englobe la géologie de l'Yatenga dans celle du Mossi, je pense que pour M. Chudeau l'expression « région comprise entre Bandiagara et le Mossi » s'applique à la zone située à l'Ouest de l'Yatenga. C'est d'ailleurs bien celle où il y a des puits importants. Mais au lieu d'être constituée par des gneiss et des micaschistes, cette zone n'est occupée que par des types sédimentaires, ceux-ci étant, dans la partie axiale , des calcaires ou des formations siliceuses.

M. Vuillet, à qui j'ai signalé le travail de M. Chudeau, a bien voulu m'assurer qu'il n'avait jamais communiqué à notre confrère d'autre échantillon de cette zone qu'un *calcaire* sur la nature lithologique duquel lui-même n'a pas eu d'hésitation [1].

Quant aux régions pour lesquelles nous avons, M. Chudeau et moi, quelques itinéraires communs dans le « Bassin de Tombouctou », je crois devoir faire également quelques réserves.

4° Pour M. Chudeau, les roches de Bandiagara, déjà signalées et déterminées par M. Desplagnes [2], sont « au point de vue minéralogique, des quartzites ». Cette nouvelle détermination, au moins pour l'ensemble des formations au Sud de Douentza, est à mon avis, inexacte. Les roches dont il s'agit sont bien des grès plus ou moins grossiers, pouvant passer localement à des poudingues, mais ils ne correspondent nullement à la définition minéralogique des quartzites donnée par M. A. Lacroix [3]. Mon savant maître, à qui j'ai montré les nombreux échantillons que j'avais recueillis, a, du reste, bien voulu partager ma manière de voir. Les affleurements de quartzites, là où ils peuvent exister, sont certainement très localisés au Sud de Douentza.

5° Je suis entièrement d'accord avec M. Garde [4], en ce qui concerne les grès du Niger [5] en aval de Niamey, ainsi que pour la

1. Les échantillons recueillis par M. Vuillet sont au Laboratoire de minéralogie du Muséum national d'Histoire naturelle.

2. Desplagnes. Le Plateau central Nigérien. Paris, 1907, p. 10.

3. A. Lacroix. Minéralogie de la France et de ses colonies. Paris, 1893-1910, III, 1, p. 104.

4. Garde. Thèse, Paris, 1910, p. 32, 68, 114.

5. H. Hubert. *Loc. cit.*, p. 119, 377, 383.

détermination géologique et lithologique de la masse de la falaise de Niamey, que j'ai toujours regardée comme constituée par des éléments de roches granitiques décomposées, alors que M. Chudeau en fait le type de formations lutéciennes (marnes, argiles, arkose), puis crétacées (grès) [1].

J'accepte très bien que ce que j'ai considéré comme conglomérat ferrugineux d'origine sédimentaire d'âge indéterminé soit, comme l'indique M. Garde, « des grès et poudingues ferrugineux » et qu'ils représentent le dernier vestige d'une formation gréseuse. Tout cela correspond très bien avec ce que j'ai vu et ne se présente pas, ainsi que le pense M. Chudeau, comme un produit de décalcification. Quant à l'âge maëstrichtien de ces roches ferrugineuses, la détermination demeure, à mon sens, toujours provisoire et assez précaire, puisque, de l'avis même de M. Garde, les formations fossilifères font défaut, en surface et en profondeur, jusqu'à une distance de 400 kilomètres.

La seule véritable divergence d'opinion entre l'interprétation de M. Garde et la mienne n'existe qu'au sujet des argiles sableuses maëstrichtiennes qui seraient représentées par une légère couche (la puissance n'est pas indiquée) sous les formations ferrugineuses. Or je ne les ai pas vues et l'on sait que, comme moi, M. Chudeau considère la falaise comme homogène. D'ailleurs il est possible que, de la part de M. Garde, il n'y ait qu'une interprétation. Étant donné que tout le sommet de la falaise est masqué par des éboulis, il me paraît bien difficile d'observer, en place, des argiles sableuses et surtout de les distinguer de la roche arénacée ayant perdu tous ses caractères structurels. De plus, j'ai la conviction que ces argiles sableuses n'existent pas à un kilomètre en amont, où cependant se continue la falaise, formée exclusivement d'arènes granitiques, de roches éruptives et de schistes anciens altérés, mais bien en place, le tout étant recouvert *directement* par les formations ferrugineuses signalées plus haut. Si, comme le pense M. Garde (qui, je crois, n'a pas observé ce dernier gisement), les argiles sableuses se continuent depuis Tahoua jusqu'au poste de Niamey, sur 400 km., on ne voit pas bien pourquoi elles cesseraient à un kilomètre de là, alors que la falaise demeure, à mon sens, rigoureusement semblable à elle-même.

1. R. Chudeau. Excursion géologique au Sahara et au Soudan. *B. S. G. F.*, [4], VII, 1907, p. 335. — R. Chudeau. Le Sahara soudanais, Paris, 1909, p. 99-101.

Sur « les seuils de débordement » glaciaires et sur une phase importante dans la succession des oscillations glaciaires dans les Alpes françaises

par **W. Kilian**[1].

Une étude attentive des formations fluvioglaciaires qui ont permis à MM. Penck, du Pasquier et Brückner de reconnaître, dès 1897, les traces d'une série de glaciations et de stades dans les Alpes françaises et d'établir, dans leur magistrale synthèse « Die Alpen im Eiszeitalter », la concordance de ces récurrences avec celles qu'ils ont constatées dans d'autres régions alpines, me permet de donner à ce sujet quelques précisions nouvelles qui peuvent présenter quelque intérêt[2].

Les formations glaciaires de la région delphino-savoisienne et des contrées voisines peuvent être groupées comme il suit, en commençant par les plus anciennes[3].

I. Restes des glaciations préalpines et subalpines

a. — *Moraines dites externes* : moraines des environs de Lyon et de Vienne, moraines de la Dombes, de Beaufort Faramans-Thodure; moraines de la Bertheraudière et de Parménie, dans

1. Note présentée à la séance du 16 janvier 1911.

2. Il y a lieu de rappeler que la plupart des faits d'observation — qui sont ici groupés d'une façon quelque peu différente de celle sous laquelle ils ont été présentés jusqu'à présent — ont été déjà exposés par MM. Penck et Brückner dans « Die Alpen im Eiszeitalter », d'après les travaux de détail de MM. Falsan et Chantre, Depéret et Delafond, Kilian, P. Lory, Haug, Maillard, J. Révil, H. Douxami, Schardt, David Martin; d'autres ont été décrits plus récemment par MM. P. Lory, W. Kilian, Hitzel, Kilian et Gignoux (*CR. Ac. Sc.*, décembre 1910, janvier 1911), Raoul Blanchard, etc. En ce qui concerne l'*érosion* (surcreusement) *glaciaire* et les *creusements interglaciaires*, je partage entièrement la manière de voir récemment exposée avec talent par M. de Martonne dans *La Géographie* (15 janvier 1911).

3. Les moraines des deux premières glaciations : glaciations güntzienne et mindélienne de MM. Penck et Brückner, n'ont pas été, jusqu'à ce jour, reconnues dans les Alpes françaises et leur avant-pays, mais il existe dans cette région plusieurs niveaux de *cailloutis anciens* appartenant à des cycles d'érosion postpliocène, c'est-à-dire plus récents que les cailloutis des plateaux (Chambaran, etc.), bien que considérés (il y a peu de temps encore) par certains auteurs comme pliocènes, dont l'origine fluvioglaciaire est probable et qui correspondent au « Deckenschotter » des géologues allemands et suisses (environs de Roussillon (Isère), de Vatilieu (Isère), Mison Volonne, les Égaux près Veynes, la Freyssinouse près Gap, dans le bassin de la Durance).

le Bas-Dauphiné; moraines de Soleillet près Sisteron pour le glacier durancien. Ces formations très altérées et à relief émoussé ont été décrites par M. Penck qui en a donné une esquisse cartographique (*loc. cit.*).

Ces moraines reposant parfois elles-mêmes sur des alluvions interglaciaires ou de progression (dites « préglaciaires » par les géologues lyonnais), donnent naissance à des terrasses *parfois multiples*, à cailloux altérés, recouvertes de *lœss* (terrasses de Tourdan, de Marcolin et du château de Saint-Marcellin, de Fouillouze et de Léore près de Valence dans le Bas-Dauphiné; haute terrasse de Veynes et de Saint-Domnin près de Sisteron dans le bassin de la Durance).

En aval, les cailloutis dérivant de ces moraines externes se *confondent en une seule masse* (Haute-Terrasse) *avec les alluvions de progression sous-jacentes.*

b. — *Moraines dites internes* : moraines de Cumoine, de Tullins (la Guitardière), de Rives, Mi-Plaine, Croix Beryerrd, la Frette, Saint-Quentin, Lagnieu, etc., dans le Bas-Dauphiné et le Bugey; — moraines de Thèze, la Roche-des-Arnauds dans le bassin de la Durance.

De ces moraines, qui reposent parfois (Rives) sur des alluvions interglaciaires ou de progression (qui ont été considérées parfois comme préglaciaires) ravinant le système précédent, dérivent, en aval, des *basses-terrasses* préalpines en nombre variable (Theilfelder), subordonnées les unes aux autres et se *confondant, plus en aval encore, avec les cailloutis de progression sous-jacents, en une terrasse unique*; nous citerons parmi les premières : les terrasses de Beaurepaire et de Saint-Rambert-d'Albon, celles du séminaire de Valence, de Romans de Saint-Marcellin, de Chantesse, de l'Albenc et d'Yzeron dans le Bas-Dauphiné, les cailloutis de Virieu-le-Grand et ceux de Bellegarde-Vanchy (Ain); enfin la basse terrasse de Veynes (Gare), de Sisteron (Gare) et celle de Thèze dans la région durancienne.

Les moraines internes auxquelles se relie, d'après M. P. Lory, la grande moraine latérale du Graisivaudan, bien conservée sur les flancs de la chaîne de Belledonne, constituent en général *plusieurs séries de vallums* correspondant à des stades distincts et parfois à *des terrasses subordonnées* (environs de Rives et de Tullins) et témoignant d'*oscillations nettement accentuées.* — A leur dernière phase de retrait correspondent des restes de moraines de fond entre Tullins et Saint-Jean-de-Moirans et le glaciaire ancien de Chapareillan ainsi que les moraines frontales du « *stade de Rovon* » dans la vallée de l'Isère, et, en Savoie, les

moraines de Massignieu et le Glaciaire inférieur de Voglans près de Chambéry.

Dans les environs de Tullins et de Moirans (vallée de l'Isère), les dépôts morainiques du dernier stade würmien (stade de Rovon) reposent sur les *graviers qui continuent vers l'amont les terrasses interstadiaires würmiennes* (terrasses d'Yseron, Mangualy, Périgny, Saint-Jean-de-Moirans, etc... M. Aeberhardt a signalé des faits analogues dans la Suisse romande.

*
* *

Les complexes dont nous venons de parler se sont avancés dans les parties inférieures des vallées et, pour les régions au Nord de la Durance, se sont étendus jusque sur l'avant-pays ; ils témoignent en même temps de l'existence de communications glaciaires (difluences) entre des bassins hydrographiques aujourd'hui distincts, par des « *seuils de débordement* » depuis lors transformés en cols ou « vallées mortes » (seuils fluvioglaciaires) parmi lesquels nous citerons :

Le seuil de Rives pour le glacier de l'Isère ;

Le seuil de Léaz-Bellegarde et le seuil de Saint-Julien-Mont-de-Sion pour les glaciers du Rhône et de l'Arve ;

Le seuil de Saint-Laurent-de-la-Côte pour le glacier de l'Arve ;

Le seuil d'Annecy pour le glacier de l'Arly (ou plutôt pour la branche nord du glacier de l'Isère) ;

Le seuil du col Bayard pour le glacier de la Durance ;

Le seuil de la Roche-des-Arnauds-la-Freyssinouse pour le glacier de la Durance ;

Le seuil de Laffrey pour le glacier de la Romanche ;

Les seuils de la Festinière et du col du Fau pour le glacier du Drac.

Les formations glaciaires dont nous allons parler sont, au contraire, étroitement confinées dans les cuvettes terminales situées *bien en contrebas des seuils* en question, cuvettes probablement creusées et façonnées par l'érosion interglaciaire préwürmienne et par le surcreusement des glaciers würmiens ; par suite de la diminution de ces derniers, les seuils de débordement n'ont plus été franchis et les dépôts morainiques de la récurrence suivante *sont cantonnés dans le fond de ces cuvettes* qu'elles tapissent, reposant sur de puissantes alluvions de retrait (et de progression).

Il semble que l'on n'ait pas suffisamment fait ressortir jusqu'à présent l'*importance de cette phase de retrait* et de régression glaciaire postwürmienne qui a suivi l'abandon des seuils de débor-

dement par la glace et fait apparaître les cuvettes terminales; elle a cependant été partout le point de départ d'une *individualisation* plus grande des différents glaciers et s'est traduite par le dépôt d'alluvions situées *très en contrebas* des formations précédentes.

Les dépôts morainiques de la *récurrence suivante* (que nous appellerons *néowürmienne*) reposent en effet jusque bien en amont (ex. : Collonges, Bois de la Bathie, Hermance pour le glacier rhodanien, Coize et Sainte-Hélène-du-Lac pour le glacier de l'Isère) sur des alluvions qui occupent le fond des cuvettes terminales et témoignent d'une phase de retrait très importante.

C'est le cas notamment entre Fort-de-l'Écluse et le Léman (vallée du Rhône) où le Glaciaire recouvre les alluvions du Bois-de-la-Bathie qui occupent elles-mêmes une altitude notablement inférieure à celle des alluvions würmiennes sous-morainiques de Vanchy-Bellegarde situés cependant en aval des précédentes. Il en est de même encore pour la cuvette de l'Arve (cuvette de Bonneville). — Dans la vallée de l'Isère et ses dépendances, nous voyons d'autre part les alluvions des environs de Chambéry, Montmélian, Chapareillan, remonter *sous les moraines de la récurrence néowürmienne*[1], jusque près de Chamousset non loin du confluent de l'Arc. Dans la vallée du Drac, M. P. Lory a décrit près de Saint-Bonnet des faits analogues.

Enfin pour le bassin de la Durance, les environs de Gap étudiés très minutieusement par M. Em. Haug, témoignent de l'existence de dépôts de tufs et d'alluvions postérieures aux moraines würmiennes et antérieures à une « *récurrence* » glaciaire qui est restée dans le fond de la cuvette gapençaise.

Toutes ces formations de *retrait* correspondent sans doute à la « Laufenschwankung » de MM. Penck et Brückner, oscillation négative que ces auteurs placent après le maximum de la glaciation würmienne et qui est séparée de l'oscillation d'Achen, antérieure elle-même au stade de Bühl, par une *récurrence glaciaire*.

Des conclusions analogues ont été formulées récemment pour la vallée du Rhin par M. Hug.

Après cette *oscillation négative* qui paraît avoir été très impor-

1. Cette *récurrence néowürmienne* semble avoir été en partie incorporée à la glaciation würmienne par les auteurs allemands qui considèrent la phase de retrait qui l'a précédée comme une simple oscillation *interstadiaire* (Laufenschwankung) se traduisant par une nappe d'alluvions qui, dans la vallée de la Salzarh par exemple, remonte, d'après M. Brückner, à 12 km. 6 en amont des moraines würmiennes proprement dites.

tante — et qui nous a laissé les argiles et sables à lignites de Voglans et Sonnaz près Chambéry dont la flore (*Buxus sempervirens*, etc.) et la faune dénotent un climat analogue à celui qui règne actuellement dans cette contrée, les argiles et les cônes de déjections anciens d'Eybens, près de Grenoble, les argiles lacustres de Fort-de-l'Écluse et les couches lignitifères qui supportent les alluvions du Bois-de-la-Bathie, près de Genève, les tufs interstadiaires décrits par M. Haug, près de Gap, dans le bassin de la Durance, — on rencontre les *traces* d'une nouvelle avancée glaciaire, suivie d'une série de stades de retrait et même de récurrence de moindre importance. Nous grouperons l'ensemble de ces formations, sous le nom de dépôts *fluvioglaciaires intra-alpins*.

II. Restes de glaciations intraalpines

a. — Une première récurrence glaciaire est annoncée par les *terrasses et alluvions interglaciaires* (ou interstadiaires pour certains auteurs) des environs de Chambéry (Voglans, Sonnaz, Francin), de Montmélian, Coize, Chapareillan dans la vallée de l'Isère ; d'Eybens, d'Uriage et d'Echirolles pour le bassin de la Romanche, d'Hermance, du Bois-de-la-Bathie et de Collonges pour le bassin du Léman, intimement liées aux dépôts morainiques qui les recouvrent ; cette nouvelle formation glaciaire constitue ce que nous appellerons les moraines de la *récurrence néowurmienne* ; elle comprend dans le bassin de l'Isère, les moraines de Chignin et la Trousse « stade de Chignin » près Chambéry, de Chapareillan, de Coize, de Saint-Vincent-de-Mercuze, du Ratz de Bernin en amont de Grenoble, d'Eybens, Tavernolles-Herbeys, la Galochère et Poizat « stade d'Eybens » dans le bassin de l'Isère-Romanche-Drac ; ces dernières se relient aux moraines du fond du Graisivaudan, ainsi que l'ont fait voir M. P. Lory et M. Penck.

Le stationnement glaciaire néowürmien a sans doute donné naissance en aval de Grenoble à une terrasse fluviatile peu élevée (**a** ^{1f} **x** de la feuille Grenoble de la Carte géol.) bien développée à Saint-Gervais en contrebas des moraines plus anciennes de Rovon. A cette même récurrence appartiennent dans la région rhodanienne les complexes fluvioglaciaires du fond de la gorge de Fort-l'Écluse, de Collonges et des environs de Genève (Bois-de-la-Bathie), le Glaciaire inférieur des environs de Thonon, la moraine d'Yvoire ; dans le bassin de l'Arve les basses moraines des environs de la Roche-sur-Foron et de Reignier, enfin dans

la vallée de la Durance les moraines de *récurrence* des environs de Gap, décrites par M. Haug.

Il y a lieu de se demander si cette récurrence glaciaire, succédant à une régression si accentuée, ne mériterait pas d'être considérée comme une véritable *glaciation* et non comme un simple stade ainsi qu'on l'a fait jusqu'à présent ; il conviendrait alors de l'appeler *glaciation néowürmienne*.

b. — Après une oscillation négative (Achenschwankung de MM. Penck et Brückner) beaucoup moins accentuée que la précédente se déposent de nouveaux cailloutis (Rioupéroux et Vizille-ville) dans le bassin de la Romanche, aux environs d'Embrun, dans le bassin de la Durance, puis une nouvelle récurrence, la *récurrence bühlienne* reste confinée dans les parties amont des vallées intraalpines ; dans la vallée de l'Arve, elle a laissé les moraines de la région de Cluses et de Sallanche, dans la vallée de la Romanche ce sont les moraines du « *stade de Vizille* » (P. Lory) et des Guichards près Vaulnaveys, dans la vallée de l'Isère, les moraines des environs d'Albertville et dans la Durance celles d'Embrun (Baratier) et de Montdauphin.

c. — Puis viennent des *stades de retrait successifs*, seulement observables dans les hautes vallées du Rhône (Valais), de l'Arve (vallée de Chamonix), de l'Arc (Haute-Maurienne), de l'Isère[1] (Tarentaise) de la Romanche (Rioupéroux, la Rivoire, le Lautaret), de la Durance-Clarée (environs de Briançon et de Névache, châlets de Jadis), correspondant aux « stades de Gschnitz et de Daun » des glaciologistes allemands.

Les tufs interstadiaires à *Pinus uncinata* du Lautaret que j'ai décrits en 1895, appartiennent à une des dernières phases interstadiaires de cette période ; enfin au dernier de ces stades (stade de Daun) se rattachent sans doute les *plus externes* des restes des *stationnements les plus récents*, datant probablement de l'époque historique et tout proches des glaciers actuels, tels que ceux qu'ont décrits M. P. Lory près du glacier d'Arsine, MM. Flusin, Jacob et Offner dans les Grandes-Rousses et M. Girardin dans les hautes vallées savoisiennes.

Les cuvettes terminales et les bassins de surcreusement des hautes vallées (Bassin de Bourg-Saint-Maurice, de Tignes, de Val d'Isère pour l'Isère, vallée de Chamonix pour l'Arve, Cuvette du Bourg-d'Oisans pour la Romanche, Bassin de Névache pour la Clarée, etc.) correspondent à ces stades ultimes et appellent de nouvelles études de détail.

1. Voir les recherches de M. P. Girardin en haute Maurienne, pour les stades de Gschnitz et de Daun.

Sur des otolithes de Poissons fossiles des terrains tertiaires supérieurs de France

par **F. Priem**[1].

Je réunis ici les descriptions de divers otolithes de Poissons des terrains tertiaires supérieurs de France, que j'ai eu l'occasion d'étudier dans ces dernières années.

Miocène de l'Ouest

Les Poissons téléostomes du Miocène de Bretagne sont jusqu'ici des Sparidés (*Sargus incisivos* P. Gervais, *Trigonodon Oweni* Sismonda, *Chrysophrys* diverses espèces), des Labridés (nombreuses espèces du genre *Labrodon* qu'il faut peut-être réunir sous le nom de *L. pavimentatum* P. Gervais, *Taurinichthys Sacheri* Sauvage, *Phyllodus* sp.? Labridé aff. *Julis*?), enfin des Gymnodontidés du genre *Diodon*. Il s'agit là comme on le voit de Poissons broyeurs.

Il y a en outre des otolithes. M. Leriche[2] a signalé dans le Miocène du Pigeon-Blanc (Loire-Inférieure) des otolithes qu'il rapporte aux Sciænidés et aux Gadidés sous les noms de *Otolithus* (*Sciæna*) sp. et *O.* (*Gadus*) aff. *spectabilis* Koken. Cette dernière espèce provient du Miocène du Holstein. Les otolithes des Sciænidés rappellent d'après M. Leriche, les uns *O.* (*Sciæna*) *speciosus* et *O.* (*Sciæna*) *holsaticus* Koken de l'Oligocène supérieur et du Miocène d'Allemagne, les autres plus petits, *O.* (*Sciænidarum*) *Corii* Schubert du Miocène d'Autriche.

M. A. de Grossouvre m'a communiqué en 1909 divers otolithes du Miocène du Pigeon-Blanc que je rapporte aux espèces suivantes :

Otolithus (*Sciæna*) aff. *ovatus* Koken, var. *Grossouvrei* n. v. (fig. 1).

Il s'agit d'un otolithe ici figuré. C'est un otolithe gauche ayant comme dimensions : longueur, 9 mm. ; largeur, 6 mm. ; épaisseur, 3 mm. Si l'on considère le sulcus de la face interne,

1. Note présentée à la séance du 16 janvier 1911.

2. M. Leriche. Note préliminaire sur les Poissons des faluns néogènes de la Bretagne, de l'Anjou et de la Touraine. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXV, 1906, p. 290-321.

l'ostium est large, la cauda très recourbée. Cet otolithe ressemble beaucoup à *O.* (*Sciæna*) *ovatus* Koken de l'Oligocène supérieur de Sternberg [1]. Mais sa face externe présente des granulations beaucoup plus nombreuses et plus développées, ne formant pas de côtes sur les bords comme dans le type. Il s'agit d'une variété nouvelle que je dédierai à M. de Grossouvre.

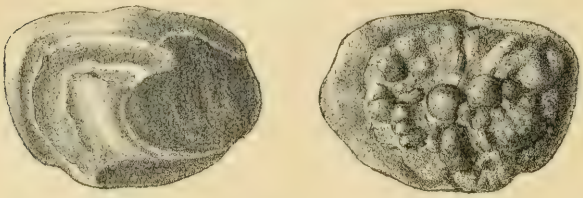


Fig. 1. — *Otolithus* (*Sciæna*) aff. *ovatus* Koken var. *Grossouvrei* n. v. — Miocène du Pigeon-Blanc (Loire-Inférieure). Otolithe gauche vu par ses deux faces, grossi 4 fois. Coll. de Grossouvre.

Otolithus (*Gadus*) aff. *elegans* var. *sculpta* Koken (fig. 2-3).

Du Miocène du Pigeon-Blanc proviennent huit otolithes gauches de Morue (*Gadus*). Leur forme est allongée; le sulcus est long, presque droit, la cauda et l'ostium sont mal séparés l'un de l'autre; le sulcus est fermé à son bord antérieur et à son bord postérieur; il est rempli de formations colliculaires; les bords de la face interne sont plus ou moins sculptés et la face externe concave est couverte de tubercules.

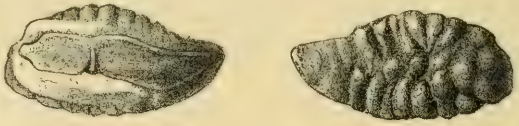


Fig. 2. — *Otolithus* (*Gadus*) aff. *elegans* Koken var. *sculpta*. — Miocène du Pigeon-Blanc (Loire-Inférieure). Otolithe gauche vu par ses deux faces, grossi 4 fois. Coll. de Grossouvre.

Ces otolithes ont pour dimensions moyennes : longueur, 7 mm. 5; hauteur, 3 mm. 5; épaisseur, 2 mm.; ce sont certainement des otolithes de Gadidés et rappellent surtout *Otolithus* (*Gadus*) *elegans* var. *sculpta* Koken. Cette variété est de l'Oligocène supérieur de Sternberg, mais l'espèce se trouve aussi dans l'Oligocène moyen et le Miocène d'Allemagne

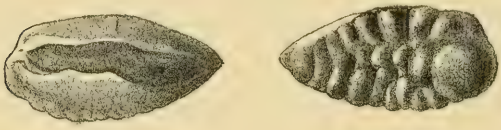


Fig. 3. — *Otolithus* (*Gadus*) aff. *elegans* Koke var. *sculpta*. — Otolithe gauche même provenance, même grossissement. Coll. de Grossouvre.

1. E. Koken. Neue Untersuchungen an Tertiären Fisch-otolithen II. *Zeitsch. d. deutsch. geol. Ges.*, 1891, p. 111-112, pl. vii, fig. 5, 5a, 6, 6a.

et d'Autriche et se trouve jusque dans le Pliocène du Suffolk en Angleterre [1].

On doit donc ajouter à la liste des genres de Téléostomes du Miocène de Bretagne, les genres *Sciæna* et *Gadus*. Le genre *Gadus* (*Artedi*) Linné est commun sur nos côtes (Morue, Capelan, etc.); le genre *Sciæna* (*Artedi*) Linné est représenté sur nos côtes par le Maigre commun (*Sciæna aquila* Lacépède sp.) dont les otolithes étaient recherchés autrefois comme amulettes et comme ayant une vertu médicinale.

Miocène du Sud-Ouest

Les Téléostomes du Miocène de la région de Bordeaux comprennent des Siluridés (*Pimelodus Sadleri* Heckel), des Sparidés (genres *Sargus*, *Chrysophrys*, *Pagrus*, *Pagellus* et autres genres actuels?), des Labridés (genre *Labrodon*), des Gymnodontes (genre *Diodon*), des Trichiuridés (genre *Trichiurides*).

Le professeur E. Koken [2] a cité la présence, dans le Miocène de Bordeaux, d'otolithes qu'il rapporte aux Morues sous le nom d'*Otolithus* (*Gadus*) *tenuis*.

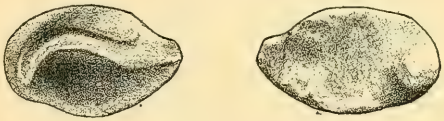


Fig. 4. — *Otolithus* (*Percidarum*) *æqualis* Koken var. *burdigalensis* n. v. — Miocène de Bordeaux. Coll. de Paléontologie du Muséum. Otolithe gauche grossi 4 fois, vu sur ses deux faces.

Otolithus (*Percidarum aequalis*) Koken var. *burdigalensis* n. v.

Dans les collections de Paléontologie du Muséum j'ai trouvé deux otolithes, l'un droit, l'autre gauche provenant du Miocène de Bordeaux.

L'otolithe gauche qui est le plus complet, est ici représenté (fig. 4). Il est long de 6 mm. 5, haut de 3 mm. 5, épais de 1 mm. 5. La face interne convexe a un rostre accusé, une excisura marquée ; l'ostium est large, la cauda étroite, longue, très recourbée à son extrémité. Le bord supérieur de l'ostium se recourbe vers le haut. Les bords sont entiers. La face externe, légèrement concave, présente quelques irrégularités plus visibles sur le bord ventral de l'otolithe droit.

1. E. Koken. Ueber Fisch-otolithen, ins besondere über diejenigen der norddeutschen Oligocän-Ablagerungen. *Ibid.*, 1884, p. 542-545, pl. xi, fig. 2 et 4. — Et Neue Untersuchungen. *Ibid.*, 1891, p. 93-94, pl. iv, fig. 1-2, pl. v, fig. 6.
2. E. Koken. *Loc. cit.*, 1891, p. 92, pl. iv, fig. 3.

Ces otolithes ressemblent surtout à *O.* (*Percidarum*) *æqualis* Koken[1] du Miocène inférieur d'Allemagne (Weisenau et Mombach), mais chez celui-ci la cauda moins longue est aussi moins recourbée et l'ornementation est plus accusée. Nous appellerons cet otolithe *O.* (*Percidarum*) *æqualis* Koken, var. *burdigalensis* n. v.

M. Cossmann a bien voulu me remettre trois otolithes provenant de l'Helvétien de Sallespisse (Basses-Pyrénées). Ce sont des otolithes de Sciænidés dont je donne ici la description.

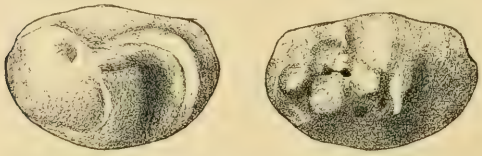


Fig. 5. — *O.* (*Sciænidarum*) *Corii* Schubert var. *Cossmanni* n. v. — Sallespisse (Basses-Pyrénées) Helvétien. Otolithe droit vu sur ses deux faces, grossi 4 fois. Collection personnelle.

Otolilithus (*Sciænidarum*) *Corii* Schubert var. *Cossmanni* n. v. (fig. 5-6).

Il y a un otolithe droit et un otolithe gauche, celui-ci plus grand. Ils sont ovales. Le sulcus de la face interne présente sur les deux la même disposition : ostium large avec la forme caractéristique des Sciænidés ; il est rempli de formations colliculaires; de cet ostium part une cauda profonde, et beaucoup moins large que lui, qui suit étroitement le bord supérieur et le bord postérieur et aboutit au bord inférieur ; l'area est presque nulle.

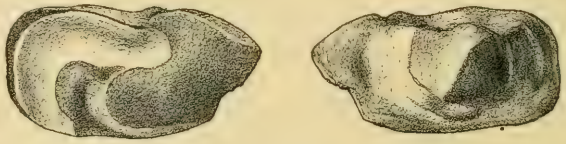


Fig. 6. — *O.* (*Sciænidarum*) *Corii* Schubert var. *Cossmanni* n. v. — Même provenance. Otolithe gauche vu sur ses deux faces, grossi 2 fois. Collection personnelle.

La face externe présente vers les deux tiers postérieurs une forte saillie qui est divisée en plusieurs parties et se présente comme formée de granulations soudées dans le petit otolithe ; elle est beaucoup plus compacte chez le grand, mais les deux otolithes, par la forme de leur sulcus, appartiennent bien à la même espèce.

Les dimensions pour le petit otolithe (droit, fig. 5) sont : longueur, 7 mm. ; hauteur, 4 mm. 5 ; épaisseur minimum, 1 mm. 5 ;

1. E. Koken. *Loc. cit. Zeitsch. d. deutsch. geol. Ges.*, 1891, p. 127, fig. 16 du texte. Pour Koken les otolithes de *O.* (*Percidarum*) *æqualis* répondent au type du genre actuel *Labrax*.

épaisseur maximum, 3 mm. 5. Pour le grand otolithe (gauche, fig. 6) sont : longueur, 14 mm. 5 ; hauteur, 7 mm. ; épaisseur minimum, 7 mm. ; épaisseur maximum, 7 mm.

Les rapports de ces otolithes sont surtout avec *O.* (*Sciænidarum*) *Corii* SCHUBERT[1] du Miocène de Kienberg (Autriche), mais la saillie de la face externe est beaucoup plus prononcée et rappelle pour le grand otolithe, celle de *O.* (*Sciæna*) *speciosus* KOKEN[2] du Miocène supérieur de Sternberg (Allemagne). Je regarde ces otolithes comme appartenant à une variété nouvelle (var. *Cossmanni*) de *O.* (*Sciænidarum*) *Corii*.

Otolithus (*Sciænidarum*) *pyrenaicus* n. sp. (fig. 7). Le dernier otolithe de Sallespisse est un otolithe droit régulièrement elliptique, remarquable par son sulcus pourvu d'un très large ostium comme chez les Sciænidés. De cet ostium part une cauda étroite, plus profonde que l'ostium, recourbée et qui atteint presque le bord inférieur. Au-dessus du sulcus se trouve une petite area. La face externe porte de nombreuses granulations qui la rendent très ridée. Les dimensions sont les suivantes : longueur, 6 mm. ; hauteur, 4 mm. 5 ; épaisseur, 2 mm. 5.

FIG. 7. — *Otolithus* (*Sciænidarum*) *pyrenaicus* n. sp. — Sallespisse (Basses-Pyrénées) Helvétien. Otolithe droit vu sur ses deux faces, grossi 4 fois. Collection personnelle.

Cet otolithe a certaines affinités avec *O.* (*Sciænidarum*) *claybornensis* KOKEN[3] du Tertiaire ancien des États-Unis, espèce représentée par des formes très voisines dans le Miocène d'Autriche[4], mais dans l'otolithe de Sallespisse l'ostium est plus grand, la cauda plus recourbée, l'area moins étendue, les ornements de la face externe sont plus réguliers, car dans l'espèce de Koken les granulations prennent sur les bords une forme allongée et constituent des sortes de rides. Les rapports sont plutôt avec les otolithes des Sciænidés du genre *Umbrina*, ainsi avec ceux d'*Umbrina cirrhosa* LINNÉ actuelle et *Otolithus* (*Umbrina*) *subcirrhosus* SCHUBERT du Pliocène de Brunn, Autriche[5], mais l'oto-

1. R. SCHUBERT. Die Fischotolithen des ôsterr-ungar. Tertiärs I. Die Sciaeniden *Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt* 1901, LI, 1902, p. 308, pl. x, fig. 2.
2. E. KOKEN. *Loc. cit.*, 1891, p. 108-109, pl. VII, fig. 22.
3. ID. Neue Untersuchungen, etc. *Zeitsch. d. deutsch. geol. Ges.*, 1888, p. 283, pl. x, IX, fig. 1, 4.
4. R. SCHUBERT. *Loc. cit.*, p. 310-311, pl. x, fig. 13 et fig. 2 du texte.
5. R. SCHUBERT. *Loc. cit.*, p. 303-304, pl. x, fig. 2 et 3.

lithe de Sallespisse, plus régulièrement ovale, avec la face externe beaucoup plus ornée de granulations, doit former une espèce à part sous le nom de *O.* (*Sciænidarum*) *pyrenaicus*.

Avec les otolithes de Sallespisse il y a d'autres restes de Poissons, surtout d'Elasmobranches : *Myliobatis* sp., *Odontaspis cuspidata* Ag. sp., *Od.* aff. *cuspidata*, *Oxyrhina* sp., *Notidanus primigenus* Ag., vertèbres de Squales et de Téléostomes.

Miocène du Sud-Est

Les Téléostomes du Miocène du Sud-Est sont assez peu connus. On n'a cité jusqu'ici que des Sparidés des genres *Sargus*, *Chrysophrys* et un Labridé du genre *Labrodon* [1](?).

On n'y a pas trouvé jusqu'ici d'autres otolithes que ceux dont je vais parler ici.

Otolithus (*Solea*) *Cottreaui* n. sp. (fig. 8). Il s'agit de trois otolithes, deux droits et un gauche, recueillis par M. J. Cottreau dans les marnes de Vence (Alpes-Maritimes) ; le niveau est burdigalien ou helvétien inférieur.

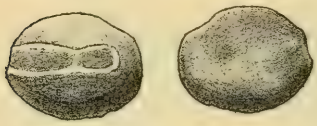


Fig. 8. — *Otolithus* (*Solea*) *Cottreaui*, n. sp. — Vence (Alpes-Maritimes) Burdigalien ou Helvétien inférieur. Otolithe droit vu sur ses deux faces, grossi 8 fois. Coll. Cottreau.

Ces otolithes sont de petite taille, arrondis, à bords presque entiers ; il y a seulement quelques dentelures visibles à la loupe, sur le bord ventral. Le rostre est très peu accusé, le sulcus est rempli de formations colliculaires. Il est droit ; l'ostium se confond presque avec la cauda, cependant sur l'otolithe droit ici figuré (grossi 8 fois), il y a une légère dépression sur le bord supérieur du sulcus. La cauda n'atteint pas le bord postérieur. La face externe est lisse avec un léger bombement au centre, la face interne est plate.

Cet otolithe rappelle surtout ceux des Pleuronectidés ; on peut le comparer à *O.* (*Solea*) *glaber* Koken des couches de Jackson en Amérique [2], à *O.* (*Solea*) *approximatus* Koken [3] du Miocène de

1. J'y joindrai un débris douteux recueilli par M. J. Cottreau aux environs du Sausset (Bouches-du-Rhône) Burdigalien-Helvétien et qui pourrait être un débris de rostre d'un Xiphiidé du genre *Cylindracanthus* Leidy (= *Cœlorhynchus* Ag.) J'y joindrai aussi un Poisson mal conservé recueilli par M. A. Bioche dans le Miocène supérieur de Rochemaure (Ardèche) ; c'est un Cyprinidé du genre *Cobitis* voisin de *C. centrochir* Ag. d'Œningen.

2. E. Koken. *Loc. cit.*, 1888, p. 293, pl. xviii, fig. 3.

3. Id. *Loc. cit.*, 1891, p. 106, pl. v, fig. 13.

Langenfelde, à *O.* (*Rhombus?*) *rhenanus* Koken [1] de l'Oligocène moyen de Waldböckelheim (Allemagne), et à d'autres otolithes de Pleuronectidés. Il est moins allongé que *O.* (*Rhombus?*) *rhenanus* et que *O.* (*Solea*) *glaber* avec un rostre beaucoup moins accusé, moins arrondi que chez *O.* (*Solea*) *approximatus*. J'en ferai une espèce nouvelle dédiée à notre confrère M. J. Cottreau.

Tertiaire supérieur de la Corse

Les Poissons fossiles des terrains tertiaires de la Corse sont jusqu'ici peu nombreux.

Locard a étudié ceux du Miocène moyen de Bonifacio [2], et j'ai eu l'occasion de reprendre cette étude au Muséum, sur les échantillons de Bonifacio conservés dans les collections Michelin et Peron. Il y a les espèces suivantes : *Odontaspis cuspidata* Ag. sp., *Od. contortidens* Ag., *Oxyrhina Desori* Ag. [3], *Carcharodon megalodon* Ag., *Hemipristis serra* Ag., vertèbre incomplète de Squale, *Chrysophrys cincta* Ag. sp. [4], enfin des piles dentaires de *Diodon* (*Phyllodus*) *corsicanus* Locard sp. [5].

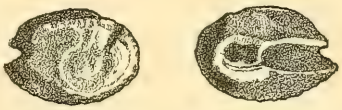


Fig. 9. — *Otolithus* (*Scopelus*) *pulcher* Prochazka sp. — Pliocène d'Aleria (Corse). Otolithe gauche vu sur ses deux faces, grossi 4 fois. Coll. Cottreau.

Je puis ajouter à cette courte liste la description d'un otolithe trouvé par M. Cottreau dans le Pliocène d'Aleria, marnes à *Nodosaria*.

Otolithus (*Scopelus*) *pulcher* Prochazka sp. L'otolithe d'Aleria est un otolithe gauche. Il a pour dimensions : longueur, 5 mm.; largeur, 3 mm. 5; épaisseur, 1 mm. 5. Le rostre est bien accusé, l'excisura marquée. Sur la face interne on voit le sulcus composé d'un ostium assez long, suivi d'une courte cauda droite, n'atteignant pas le bord postérieur et ayant même diamètre à peu près que l'ostium. L'un et l'autre sont remplis de formations

1. Id. *Loc. cit.*, 1891, p. 107, pl. v, fig. 11.
2. A. Locard (et G. Cotteau). Description de la faune des terrains tertiaires moyens de la Corse. Paris, 1877, p. 1-11.
3. Locard cite aussi *Oxyrhina hastalis* Ag.
4. P. Gervais (Zoologie et Paléontologie françaises, 2e édition, 1859, p. 528) cite des dents de *Chrysophrys* (*Sphærodus cinctus* Ag. ou *Chrysophrys mitrula* Ag.), de la mollasse de Bonifacio.
5. Ces piles dentaires de la collection Peron portent cette inscription : Locard, type figuré, p. 11, pl. i, fig. 1-2. Pour le professeur Pantanelli, ce n'est autre chose que *Diodon Scillæ* Ag. [Sul Diodon Scillae Agassiz-Guiscardi. *Mem. Accad. Sc. Lett. arti Modena*, ser. III, vol. I (*Sez. Sc.*), 1897, p. 92].

colliculaires. La face externe est légèrement convexe. Il n'y a pas d'ornements sauf quelques dentelures sur le bord ventral.

Cet otolithe rappelle à première vue les otolithes des Berycidés et des Scopélidés. Il paraît identique à *O.* (*Scopelus*) *pulcher* Prochazka sp. décrit d'abord sous le nom d'*O.* (*Berycidarum*) *pulcher*. L'espèce se trouve dans le Miocène d'Autriche-Hongrie et le Miocène et le Pliocène d'Italie[1].

Les Scopélidés sont des Poissons carnassiers dont la plupart vivent à de grandes profondeurs. Plusieurs espèces du genre *Scopelus* Cuvier se trouvent dans la Méditerranée.

1. R. Schubert. *Loc. cit.*, II, 1906, p. 634-635, pl. xvii, fig. 12-14, 16, 15 (?) et iii, 1906, p. 653-654 et p. 656. — G. Bassoli. Otoliti fossili terziari dell' Emilia. *Riv. ital. di Paleont.* Pérouse, 1906, p. 16-17, pl. ii, fig. 19-20.

Sur la limite occidentale du massif granitique d'Eymoutiers (Haute-Vienne)

par **G. Mouret**[1].

On peut distinguer, dans l'Ouest du Massif Central de la France, au Sud de la chaîne granitique qui relie la Vendée au Morvan, deux grandes régions de formes triangulaires, deux secteurs, le plateau de Limoges à l'Ouest, le plateau d'Ussel à l'Est : le premier, formé de gneiss, de leptynites, d'amphibolites, le second, à une altitude plus élevée, formé de schistes, mais surtout de granites, dépourvu généralement de gneiss, et absolument d'amphibolites [2].

De ces deux régions, j'ai étudié, avec quelque détail, les parties situées sur les feuilles à 1/80 000 de Figeac [3], de Brive, de Tulle et de Périgueux. J'ai entrepris d'en poursuivre également l'étude sur la feuille de Limoges. La présente note contient un aperçu de leur délimitation sur cette feuille, c'est-à-dire depuis Treignac (Corrèze) jusqu'au village du Grand-Mazuras (Creuse).

Limite des secteurs sur les feuilles de Figeac, Brive et Tulle. — J'ai déjà décrit la ligne séparative des deux secteurs depuis Asprières (Aveyron) jusqu'à Treignac, et je l'ai désignée sous le nom de *faille d'Argentat* [4], parce que la séparation est très tranchée, et qu'en plusieurs points et notamment à Argentat (Corrèze), à la traversée de la Dordogne, elle m'a paru présenter tous les autres caractères d'une faille [5].

La faille d'Argentat fait suite, au Nord d'Asprières, à la limite si parfaitement rectiligne, du massif granitique de Villefranche-

1. Note présentée à la séance du 16 janvier 1911.

2. G. Mouret. Remarques sur la géologie des terrains anciens du Plateau Central de la France. *B. S. G. Fr.*, (3), XXVI, 1898, p. 601.

3. Mes explorations sur la feuille de Figeac ne se sont étendues qu'à la région située à l'Ouest d'une ligne passant par Asprières et Rouziers (Cantal).

4. G. Mouret. Aperçu sur la géologie de la partie sud-ouest du Plateau Central de la France. *B. S. Carte géol. de Fr.*, n° 72, 1899.

5. Je n'ai pas figuré, sur la feuille de Brive, publiée en 1890, le tracé de la faille d'Argentat. Je n'ai, en effet, distingué nettement cet accident, situé à la limite des feuilles de Brive et de Mauriac, et chevauchant de l'une sur l'autre, qu'après l'avoir reconnu sur la feuille de Tulle, publiée en 1896. On trouvera toutefois une indication du tracé exact de la faille, pour la région correspondant aux feuilles de Brive et de Mauriac, sur la carte annexée à mon mémoire déjà cité « Aperçu sur la géologie de la partie sud-ouest », etc.

de-Rouergue, limite parallèle à la faille plus récente qui sépare le Massif Central du bassin de l'Aquitaine. Elle est donc là dirigée du S. S. W. au N. N. E., mais à la hauteur de Figeac, elle prend, avec les schistes cristallins de l'Ouest, une direction du S. S. E. au N. N. W. qu'elle maintient jusqu'à Treignac, interrompue ou brisée en différents points par des paquets gneissiques qui sont venus recouvrir ou entamer le massif schisteux et granitique du plateau d'Ussel.

A l'Est, aux abords immédiats de la faille d'Argentat, le terrain se compose uniquement et uniformément de schistes sériciteux ou micacés, quelquefois granitisés, formant une bande plus ou moins étroite en bordure d'un grand massif de granulite.

A l'Ouest, à partir d'Asprières, ce sont d'abord des schistes granitisés, des gneiss, des leptynites, puis de Cahus jusqu'à Treignac, un terrain remarquable formé de roches plus ou moins cristallines, mais qui, examinées en plaques minces accusent encore les caractères de leur origine sédimentaire. Ce sont des quartzites et des arkoses, alternant avec des schistes, mais passant latéralement, à l'Ouest, à des gneiss et à des leptynites auxquels sont subordonnées de nombreuses et importantes couches ou lentilles d'amphibolites. Celles-ci viennent graduellement s'éteindre dans la masse des roches quartzeuses, en prenant la texture de schistes amphiboliques.

En aucun point, je n'ai pu observer de transition brusque entre la zone schisto-quartzeuse de largeur variable mais jamais très grande, et la masse gneissique qui constitue la majeure partie de la région d'Uzerche. Il ne m'a pas paru douteux qu'il n'y ait partout passage graduel, et que les leptynites et les gneiss de Tulle ne tirent leur origine d'un métamorphisme de schistes, de grès, d'arkoses, d'argiles, peut-être même de calcaires.

La faille d'Argentat est voisine d'une suite de petits bassins houillers peu productifs (Mercœur, Saint-Perdoux, Saint-Chamans, l'Hôpital, etc.), qui, sans présenter la même continuité que ceux de la traînée Souvigny-Saint-Mamet, devaient cependant occuper le fond d'un chenal[1]. Ce chenal, creusé généralement dans la *zone des quartzites* — c'est ainsi que je désignerai la zone des terrains schisto-quartzeux dont l'âge est inconnu — empiéterait parfois sur le massif granitique et schisteux, en traversant la limite des deux formations, limite dont il ne s'écarte jamais beaucoup.

1. G. Mouret. Bassin houiller et permien de Brive, Fasc. I. Stratigraphie, p. 21. Paris, Imprimerie nationale, 1891.

Limite des secteurs sur la feuille de Limoges. — D'après la carte de Mallard[1], et celle de Leverrier[2], la feuille de Limoges empiète sur le plateau d'Ussel, constitué en très grande partie par des roches granitiques que je rassemblerai sous le nom de *granites d'Eymoutiers*, sans tenir compte des différences spécifiques de ces roches.

Là encore, il existe, en bordure du massif granitique, ainsi que l'a déjà reconnu Leverrier, une zone schisto-quartzeuse, prolongement de celle qui s'observe sur la feuille de Tulle, et aussi nettement séparée du granite.

Même là où la faille d'Argentat n'est pas directement jalonnée par des venues filoniennes, intercalées entre les gneiss, et les terrains quartzeux, d'une part, et les schistes de l'Est, d'autre part, son tracé sur les feuilles de Brive et de Tulle est facile à suivre sans incertitude ; déjà esquissé par la topographie (dénivellation des deux plateaux), il est nettement accusé par la grande différence de structure et de composition des terrains au contact.

Or, sur la feuille de Limoges, si les caractères topographiques subsistent, la différence entre les terrains juxtaposés devient moins apparente. Elle tend même, en certains points, à s'effacer, ou parce que le granite d'Eymoutiers prend une structure gneissique, ou surtout parce que le métamorphisme granitique qui, venant de l'Ouest, envahit la zone des arkoses, s'étend parfois jusqu'au massif d'Eymoutiers.

Toutefois, en dehors de points particuliers, la limite des secteurs d'Ussel et de Limoges reste facile à déterminer, et d'ailleurs un examen attentif des roches permet presque toujours de différencier du granite normal, le granite dû au métamorphisme des quartzites.

Je crois devoir, dans cette note, indiquer en détail le tracé de cette limite parce que ce tracé très simple diffère assez grandement des contours compliqués de la carte de Leverrier. Le tracé que j'ai relevé concorde plutôt, mais en accusant encore une plus grande régularité, avec celui figuré sur la carte de Mallard, si l'on tient compte de ce que cet auteur a englobé dans la masse des gneiss ou des micaschistes, toute la zone des quartzites, y compris les granites spéciaux qui l'occupent en partie.

Sur le bord de la feuille de Tulle, à l'Ouest de Treignac, le passage de la faille d'Argentat se constate près du hameau de la Cas-

1. Mallard. Carte géologique-agronomique du département de la Haute-Vienne, à l'échelle de 1/80.000, 1869.

2. Leverrier. Carte géologique détaillée de la France, feuille de Limoges, 1897.

sière, où cette faille sépare des arkoses les schistes sériciteux de l'Est.

Elle se poursuit, avec les mêmes caractères, sur la feuille de Limoges, suivant une direction qui n'est pas celle indiquée par Leverrier, mais qui, d'après mes observations personnelles, passerait près du village de Soudaine et serait traversée par la route de Treignac à Chambéret, près du hameau de la Geneste.

Au Nord de ce point, la faille aborde un massif formé d'une roche granitique, souvent schistoïde, riche en mica blanc, mais qui se différencie cependant de la granulite située à l'Est, et dont elle est séparée par un important filon de quartz. Cette roche schistoïde ne s'observe qu'à l'Est du hameau de Mont ; à l'Ouest, la roche, toujours granitique, possède d'autres caractères ; elle est plus compacte, son grain est plus serré et plus fin ; elle rappelle les résidus de la transformation granitique des arkoses. Il y a donc lieu de penser que la faille d'Argentat traverse le petit massif en question, et qu'elle vient buter, près du moulin de Ceux, contre le filon de quartz.

Celui-ci correspond à un autre accident, dirigé au NW. Il prend naissance à la vallée de la Vézère, près du cimetière de Treignac, et s'étend, sans aucune des lacunes figurées sur la carte, de Leverrier, et avec une allure sensiblement rectiligne, jusqu'à la vallée de la Sourdoire. Son épaisseur peut être de 30 à 40 mètres dans sa partie médiane.

Du moulin de Ceux à la vallée de la Sourdoire, le granite de Mont a disparu, mais le filon continue à former la limite du granite d'Eymoutiers, qu'il sépare directement de la zone des quartzites. Après la Sourdoire, la limite du granite conserve la direction NW. du filon et elle vient passer près du village de Domps.

Vers Domps, un autre filon de quartz apparaît, qui vient encore jalonner exactement la ligne séparative du granite et des quartzites. Plus continu et plus développé qu'il n'est représenté sur les cartes de Mallard et de Leverrier, et dessinant en plan une courbe tournant sa convexité vers l'Ouest, il se termine vers le village de Golas, au Sud de la grande route de Limoges à Eymoutiers.

Dans cette région, la bordure du massif granitique est formée par un terrain schisteux. Ce terrain forme notamment le puy de Sainte-Anne, sous lequel disparaît temporairement le filon de quartz, soit que ce filon ne vienne pas au jour, soit plutôt que le puy représente un lambeau de recouvrement provenant de l'Ouest.

De Golas à la vallée de la Vienne, d'après la carte de Mallard, une sorte de granite schisteux que cet auteur a désigné sous le nom de *gneissit* et qu'il a noté g^2 serait interposé entre la zone des micaschistes et le massif granitique. La « gneissit » est aussi représentée sur la carte de Leverrier, où elle est notée x, et elle renfermerait d'après Leverrier un noyau de granite orienté NS., entre Golas et la Vienne.

Dans cette partie, le tracé de la limite du massif d'Eymoutiers serait donc incertain, car on peut tout aussi bien rattacher la gneissit au granite d'Eymoutiers qu'à la zone des quartzites. En réalité le tracé de la ligne séparative n'est pas douteux. Ce lambeau de « gneissit » se compose de deux terrains différents : à l'Est, un granite, traversé par d'importants filons de porphyre à quartz globulaire (eurite quartzifère de Mallard) [1], et contenant des intercalations schisteuses ; à l'Ouest, des micaschistes très granitisés qui passent à une roche gneissique assez dure et assez compacte pour être exploitée comme ballast le long de la grande route. C'est celle que Leverrier a figurée comme un noyau granitique ; on ne saurait cependant la confondre avec le granite normal.

Ainsi, la limite du massif d'Eymoutiers traverse le lambeau de gneissit de Mallard dans son milieu, en conservant l'orientation SN. qu'elle a prise à partir de Sainte-Anne. Mais là encore, la continuité et la rectitude de la ligne séparative seraient troublées par le puy coté (510) au Sud de la ferme de Varache. Ce puy vient entamer, en le recouvrant en partie peut-être, le principal filon de porphyre; c'est une particularité qui rappelle ce qu'on observe à Sainte-Anne.

Aux abords de la halte de Bussy-Varache, la ligne séparative suit exactement le tracé contourné de la vallée. Sur la rive gauche seul le granite apparaît ; sur la rive droite le terrain est formé par des schistes foncés (schistes chloriteux de Leverrier) qui occupent notamment la boucle que traverse en souterrain la voie ferrée et les filons de porphyre sont brusquement interrompus. La ligne séparative ici, tout au moins, coïncide certainement avec une faille ou un décrochement.

Plus loin, cette ligne sépare du granite des schistes micacés et quartzeux, d'apparence détritique. Dans la traversée du contrefort de Bujaleuf, qui sépare les vallées de la Maulde et de la Vienne, la direction de cette ligne, toujours régulière et composée de seg-

1. Dans l'alignement de ces filons, on observe, immédiatement au Sud du village de Golas, un filon de microgranulite.

ments quasi-rectilignes, oscille de part et d'autre du méridien. La limite des deux plateaux s'observe d'autant plus facilement qu'elle sépare du granite un terrain formé en partie de bancs de quartzites et de poudingues, et qu'elle suit exactement, ainsi que le figure la coupe ci-dessus, la dépression bien marquée qui existe entre les hauteurs d'Augne (cote 550) et celles de Verviale, l'Espérance (cote 530), Breix et Lafaye.

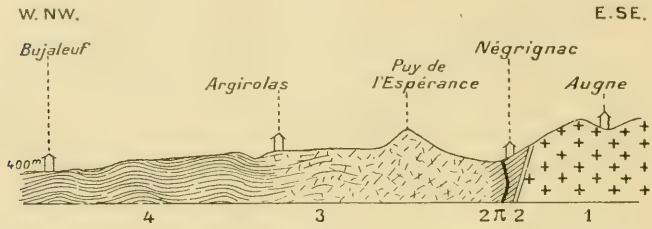


Fig. 1. — Coupe de Bujaleuf a Augne.
1, Granite; 2, Quartzites; 3, Roches granitisées; 4, Gneiss; π, Porphyre.
Long. 1/80 000; haut. 1/10 000.

A signaler, dans cette région, un important filon de porphyre (prolongement, peut-être, des filons de Bussy-Varache), qui s'étend du village de Lachaud, à celui de Samis où il avait été déjà vu par Mallard.

A Samis, et au Nord de ce village, la séparation de la zone des quartzites et du massif granitique prête à quelque incertitude. Mais la route d'Artigeas étant assise sur le granite, et le contre-fort de Samis constitué par des roches métamorphiques de la zone des quartzites, il est probable que la limite passe par le fond du vallon. Elle aboutit, en tout cas, au pont sur la Maulde. Là, les roches formant la rive droite à l'amont du pont sont fortement silicifiées.

A partir de ce point, la ligne séparative change brusquement de direction et suit la vallée de la Maulde, ainsi que l'a reconnu Mallard ; elle traverse sans les décrocher deux épais filons de porphyre qui se prolongeraient jusqu'à Saint-Julien-le-Petit, en perçant les quartzites et arkoses. Décrochée légèrement au moulin de Larron, cette limite, dans la région qui s'étend au Nord de la Maulde, se poursuit en ligne droite, à peu près conformément au tracé de la carte de Mallard, en se dirigeant d'abord au NNE., puis brusquement, au moulin du Clou, au NNE.

Elle passe près de Saint-Junien-la-Brégère (Creuse) et aborde la feuille de Guéret au château d'Arfeuille.

Cette limite ne m'a paru suivre la direction d'aucune des deux failles tracées par M. de Launay à partir d'Arfeuille ; elle conserve sa direction NNE., intermédiaire entre celles des deux failles en question, et paraît passer par le col du Grand-Mazuras, où elle est masquée par un dépôt houiller [1]. J'aurais désiré poursuivre le tracé exact de la limite jusque vers Bourganeuf, mais par suite de la grève des employés de chemins de fer, j'ai dû interrompre mes explorations. J'ai seulement pu constater, malgré l'abondance des éboulis d'un grand filon de quartz, éboulis qui gênent les observations, que toute la région au Nord du Grand-Mazuras, et à l'est du village de Petit-Mazuras se trouvent sur le granite.

En résumé, sur la feuille de Limoges, la limite des secteurs de Limoges et d'Ussel est formée par le prolongement de la faille d'Argentat jusqu'à la rencontre du filon de quartz de Treignac. De là, jusqu'à la vallée de la Vienne, cette limite dessine une courbe régulière convexe vers l'Ouest, jalonnée encore vers Sainte-Anne par un important filon de quartz, traverse en ligne légèrement sinueuse, suivant une dépression NS., le contrefort de Bujaleuf, et à partir du pont d'Artigeas sur la Maulde, se dirige à peu près directement sur le village du Grand-Mazuras. Partout sur son parcours, elle sépare du granite une bande de terrains sédimentaires plus ou moins modifiés.

Je n'ai pu observer nulle part le contact précis du granite et des quartzites, mais au voisinage immédiat, je veux dire à quelques mètres de distance, ces deux formations ne paraissent pas s'être mutuellement influencées : les quartzites ne sont pas granitisés ; les granites n'ont pas subi de modifications « endomorphes », comme au voisinage des schistes sériciteux de l'Est. Tout ce qu'on observe près de la limite, ce sont parfois des laminages.

La limite est donc toujours très tranchée. Elle décroche des affleurements de filons ; elle est jalonnée de filons quartzeux, voisins de cassures parallèles injectées de quartz ou de porphyres. Dans la mesure de précision des observations sur le terrain, et de report sur la carte, elle est très régulière, généralement rectiligne ou formée de fragments rectilignes, alors qu'au Sud de Treignac la limite du massif granitique est très irrégulière.

Tous ces faits amènent à penser que la limite des secteurs considérés, de Treignac au Grand-Mazuras, emprunte, comme entre Asprières et Treignac, une série de cassures.

Ce que devient cette limite au delà du Grand-Mazuras

1. Ce dépôt (voir la note page suivante) sépare le granite qui affleure au milieu du village du Grand-Mazuras, des quartzites situés à l'Ouest.

reste à étudier[1]. Aucun dépôt houiller du chenal d'Argentat n'existe sur la feuille de Limoges, mais on en retrouve sur la feuille de Guéret. M. de Launay, qui a très soigneusement étudié les terrains de cette feuille, a représenté, sur son bord sud, quelques dépôts houillers situés à l'Ouest du Grand-Mazuras[2]. L'existence de tels dépôts, à cheval sur la limite des deux secteurs, est une nouvelle analogie avec ce qui s'observe au Sud, le long de la faille d'Argentat.

Il y a cependant des différences. Sur la feuille de Limoges, le long de la limite des deux secteurs, les filons de porphyres ne sont pas rares ; les serpentines font absolument défaut. Au Sud de cette feuille, on constate le contraire. Les porphyres n'apparaissent plus (sans doute parce que le granite ne forme plus le bord du plateau) mais les serpentines se présentent en amas étendus[3].

Je vais maintenant décrire sommairement les terrains formant le bord de chaque plateau.

Bord du plateau d'Ussel. — Au Sud de Treignac, le granite du plateau d'Ussel est séparé de la zone des arkoses et des quartzites par une bande schisteuse étroite, de largeur irrégulière, en raison des irrégularités de contour de la masse granitique, bande qui se continue quelque peu sur la feuille de Limoges, en faisant place, au Nord de la route de Treignac à Chambéret, à une sorte de granulite schistoïde, déjà décrite et qui n'est probablement que le produit du métamorphisme des schistes. Au delà de ce petit massif granulitique, le granite vient directement au contact des quartzites.

Depuis la localité de Tronquière (Lot), le granite du secteur d'Ussel, sauf dans la région qui environne le village de Corrèze (Corrèze), appartient au type granulite de Michel-Lévy (granite à mica blanc de Mallard), à quartz individualisé, et à muscovite. Ce type persiste encore à Treignac, et s'étend jusque vers Domps, mais à Eymoutiers, à Peyrat-le-Château (Haute-Vienne), à Saint-Junien-la-Brégère (Creuse), on n'observe plus que le granite commun.

Mallard décrit cette roche comme *granite gneissique* ou encore *granite schistoïde à deux micas* (g^1), avec mica noir et mica blanc,

1. Une récente tournée m'a fait reconnaître le passage de la feuille au M^iu de Bouzogles, près de Bourganeuf (*note ajoutée pendant l'impression*).

2. L'îlot du Grand-Mazuras est situé au col qui sépare le bassin du Thorion du bassin de la Vige qui est un affluent du Thorion. Cet îlot forme un lambeau un peu plus allongé que ne le figure la carte géologique.

3. Voir pour la loi de répartition des serpentines : G. Mouret, Aperçu sur la géologie de la partie sud-ouest du Plateau Central. *Loc. cit.*, p. 36.

généralement abondant. De texture nettement granitoïde, à grains moyens, la roche serait généralement un peu schistoïde, mais jamais porphyroïde, et se décomposerait en blocs irréguliers.

Leverrier distingue, dans le massif granitique, englobant des fragments nombreux de gneiss, deux sortes de roches : un granite porphyroïde à l'Est, et à l'Ouest, un granite plus acide, passant par des transitions insensibles, à des granulites à gros grains. Cette dernière roche occuperait le bord du plateau, au voisinage de la faille qui le limite, et représenterait les couches superficielles, tandis que la roche porphyroïde serait plutôt un granite de profondeur.

Dans la notice explicative de la feuille de Guéret, M. de Launay a décrit le granite qui fait suite au granite d'Eymoutiers sous la rubrique *Schistes métamorphiques*, avec la notation γ_1 x, qui ne serait pas, ajoute-t-il, la plus convenable. Il considère le terrain hétérogène ainsi noté comme provenant du métamorphisme, sous l'influence de pénétrations granulitiques, de terrains certainement schisteux et sédimentaires. Sous la rubrique *granulite* il insiste, dans les notices explicatives des feuilles de Guéret et d'Ussel, sur cette hypothèse et précise que la notation γ_1 x, s'applique à des roches « extrêmement polymorphes, sou- « vent à très gros grains et surchargées de feldspath [1], avec réapparition locales de lambeaux schisteux », roches qui résulteraient d'une pénétration (ou absorption) intime mais incomplète de schistes par un magma granulitique.

Les observations que j'ai pu faire sur les granites ne sont pas nombreuses, et elles ne portent que sur les granites de la bordure. Ce sont le plus souvent des roches à texture nettement granitoïde, à grains moyens, riches en mica noir, avec fines paillettes de mica blanc très disséminées. Ces roches se décomposent en fragments irréguliers ; sauf la structure schistoïde qui ne m'a pas paru générale, et le peu d'abondance du mica blanc, elles répondent au type des granites gneissiques de Mallard, et plus exactement au type du granite de Guéret, tel qu'il est décrit par M. de Launay.

Le granite d'Eymoutiers contient fréquemment des masses schisteuses ou gneissiques, notamment au Sud-Est du village de Domps, et à l'Est de celui de Samis, dans la vallée du ruisseau du moulin de Charençon. De telles intercalations ne sont pas non plus très rares à l'intérieur même du massif granitique. Elles viennent à l'appui de la thèse que j'ai exposée il y a déjà long-

1. *Cf.* G. Mouret. Remarques sur la géologie des terrains anciens du Plateau Central de la France. *Loc. cit.*, p. 605.

temps[1], à savoir que le granite du plateau d'Ussel, comme d'ailleurs tous les granites du Massif Central, si homogènes soient-ils, a été formé aux dépens de schistes, dont les représentants, sous forme de schistes à séricite, de schistes micacés, et de mica-schistes occupent encore une bonne partie du plateau. Cette transformation des schistes n'implique pas d'ailleurs l'hypothèse du magma granulitique préexistant admis par plusieurs géologues ; elle peut être due à tout autre processus physico-chimique.

Au milieu du massif principalement formé de granite commun, les cartes de Mallard et de Leverrier figurent des masses relativement étendues de granulites qui, d'après Mallard, perceraient le granite commun. Leverrier n'admet pas ce mode de gisement ; d'après lui, les granulites appartiendraient à des nappes très étendues, paraissant avoir recouvert complètement le granite et dont les restes constitueraient aujourd'hui les principaux sommets de la région. J'ajouterai que, d'après Mallard, ce sont, en réalité, des roches un peu différentes de la granulite typique et qu'il a désignées sous le nom de *granite à deux micas*, *à grain fin* (*gr*).

M. de Launay ne les sépare pas, dans la région de Guéret, de la granulite typique, mais distingue les roches à grains fins, en filons ou en masses perçant les granites, des roches porphyroïdes. Il suppose, avec Leverrier, que ces granulites porphyroïdes entourées de sédiments schisteux peu métamorphisés, ont une origine moins profonde que le granite.

Quoi qu'il en soit de cette hypothèse[1], on peut résumer la disposition générale apparente de ces masses gramulitiques, en disant qu'elles forment un ensemble dirigé vers le NE. et qui se termine vers Pontarion. Nulle part le bord du plateau d'Ussel n'est atteint par des roches de ce type, sauf peut-être aux environs d'Augne. Encore n'ai-je pu constater dans cette région, en suivant les routes d'Augne à Négrignac et à Artigeas et d'Augne à Eymoutiers, ou en explorant le puy coté (550), que la roche visible se rattache nettement à un type granulitique, ni qu'elle se différencie sensiblement du granite commun. Dois-je ajouter, qu'à mon avis, la différenciation et la délimitation, si elle est possible, des différents types de roches qui constituent le massif granitique et granulitique d'Eymoutiers ne pourra être faite qu'au prix d'explorations complètes et très prolongées, et que jusque-là, toute hypothèse sur les différences d'origine entre le granite à mica noir,

1. G. Mouret. Aperçu sur la partie sud-ouest du Plateau Central. *Loc. cit.* Granite du haut plateau, p. 28 du tirage à part.

le granite à mica blanc et les types intermédiaires manquerait de base.

Les lambeaux schisteux inclus dans le granite peuvent fournir quelques indications sur l'allure des schistes anciens. A titre d'exemple je citerai les couches micacées du vallon du moulin de Charençon qui accusent une schistosité sensiblement horizontale. Toutefois la schistosité vraie ne doit pas être confondue avec le laminage. C'est au laminage qu'il faut attribuer la schistosité du granite vers le Clou, Lafaye, le Grand-Mazuras, sur le bord même du massif, là où l'on observe une apparence de plongement très grand vers l'Ouest.

Topographiquement, le granite d'Eymoutiers forme un massif élevé, dont l'altitude, à l'Est de la feuille, dans la région des granites porphyroïdes et pinitifères, dépasse 800 mètres. Moins élevé sur son bord, il domine cependant encore, par un ressaut brusque de 150 à 200 mètres, le plateau limousin. L'hydrographie du plateau granitique, outre les traits spéciaux aux régions constituées par des terrains massifs à texture grenue, présente les caractères d'une origine ancienne. Les vallées y sont larges et peu profondes, la surface est mamelonnée, M. Demangeon a excellemment décrit ces formes dans son mémoire sur l'hydrographie du Limousin [1].

Bord du plateau de Limoges. — Les terrains qui occupent le bord oriental du plateau limousin, sur la feuille de Limoges ont été classés par Mallard comme micaschistes au Sud de la route de Peyrat-le-Château à Saint-Moreil (Creuse), comme gneiss au Nord de cette route.

Leverrier, qui a étudié la région de plus près et qui avait étudié aussi quelques-unes des roches caractéristiques de la feuille de Tulle, a reconnu qu'il existe aussi, sur la feuille de Limoges, entre les terrains gneissiques du plateau limousin, et le massif granitique du plateau d'Ussel, une bande de terrains dont les roches ont conservé plus ou moins les caractères de roches d'origine sédimentaire.

Bien qu'on ne puisse recueillir aucun fossile dans ces terrains divers, malgré tout, très cristallins, il les a assimilés au Cambrien et pour expliquer leur existence, il a admis qu'ils ont été conservés dans une zone effondrée, comprise entre les deux massifs granitiques.

Il a, de plus, admis que cette zone se compose de deux échelons, savoir :

1. A. Demangeon. Le relief du Limousin. *Ann. de Géographie*, n° 104, 1910

1° en bordure du granite, un échelon formé de roches clastiques, schistes, poudingues et quartzites (notés x et xs), à moitié « dissous » par le granite, et dont les couches, accolées au massif granitique, sont dirigées transversalement à la zone et plongent vers l'Est ;

2° en bordure des gneiss, un échelon formé de schistes chloriteux (notés ξ^2x) qu'il considère comme plus anciens que les quartzites, et qui seraient séparés par faille du massif gneissique, comme les quartzites sont séparés par faille du massif granitique.

D'après la carte de Leverrier, le premier échelon ne formerait pas une zone continue ; il serait interrompu, entre Domps et Golas, par les schistes chloriteux venant alors au contact du granite. Quant au second échelon, il s'étendrait sans interruption du bord sud de la feuille jusqu'au massif de granite d'Auriat (Creuse), vers Cheyssoux (Haute-Vienne). Enfin à l'Ouest de la zone « cambrienne » les couches gneissiques, dirigées du NW. au SE., viendraient buter contre la faille qui limite cette zone.

Leverrier ne précise pas l'allure des schistes chloriteux.

Je passe maintenant à mes observations personnelles.

Les explorations que j'ai pu faire jusqu'à ce jour ne m'ont permis de reconnaître ni l'existence distincte d'une zone de schistes chloriteux séparée d'une zone de roches arénacées, ni la faille limitant les gneiss des schistes chloriteux.

Mais il existe bien, en bordure du massif granitique, une zone de terrains plus ou moins envahis par la granitisation, où, de place en place, s'observent des témoins des roches primitives sédimentaires, témoins formés de roches épargnées, dans une certaine mesure, par le métamorphisme général ou régional, et dont par conséquent les caractères originels sont conservés, au moins en partie. Cette zone est le prolongement de celle observée sur la feuille de Tulle, à l'Ouest de la faille d'Argentat qui la limite et la sépare de schistes uniformément sériciteux.

Le terrain « cambrien » de Leverrier se compose de schistes, de quartzites, de poudingues. J'y ai observé aussi certaines roches compactes qui me paraissent, par leur hétérogénéité, plus voisines d'arkoses cristallines que de quartzites ; je n'ai pas eu encore la possibilité de les étudier en plaques minces.

Les schistes paraissent associés aux autres roches de la zone. Ces schistes se présentent parfois sous la forme de schistes chloriteux, mais plus généralement sous celle de schistes micacés ou gneissiques. Nulle part on n'observe de véritables phyllades, analogues à ceux qui affleurent, en couches verticales, sur la bordure du Bas-Limousin, dans l'arrondissement de Brive-la-Gaillarde.

Les schistes chloriteux eux-mêmes ne sont pas très répandus, et la bande figurée comme telle comprend surtout des roches granitiques ou gneissiques dont il n'est guère possible de distinguer la forme primitive. Je n'ai observé de schistes chloriteux bien nets que dans la vallée de la Vienne, sur la rive droite, près de la halte de Bussy-Varache. A l'Ouest de Soudaine, ils occupent une assez grande surface, mais ils sont décomposés.

Au Nord de la région de Chambéret, on observe surtout des micaschistes qui s'étendent jusqu'à la limite du granite, et qui, vers Veytisou et la Forêt-Chabrouty, passent à des gneiss très granitiques, ou à des granites gneissiques. Les gneiss s'observent aussi au Nord de la vallée de la Vienne, entre les villages de Lachaud et de Négrignac. Au nord de la Maulde, les roches ont subi de telles transformations qu'on ne retrouve plus trace de schistes.

Les quartzites sont les roches les plus communes de la zone. Déjà, à Mas Joubert, on observe des schistes quartzeux, mais vers Négrignac, les quartzites sont bien visibles, sous forme de bancs de quartz sans grains visibles, plongeant vers l'Ouest de 45° environ ; ces couches paraissent accolées au granite, dont elles sont cependant probablement séparées par faille ; elles s'étendent sur une longueur d'un kilomètre environ surmontées par des micaschistes et des schistes granitisés, et elles sont recoupées par les routes d'Augne et de Saint-Julien-le-Petit. On retrouve dans le vallon du moulin de Charençon, formant une croupe dans le fond du vallon, des bancs quartzeux qui sont peut-être le prolongement de ceux de Négrignac, et qui constituent au moins toute la partie sud du petit massif sur lequel est assis le village de Samis.

Mais c'est surtout au Nord-Ouest de Saint-Julien-le-Petit que le terrain des quartzites se développe dans un espace triangulaire compris entre la route de Saint-Moreil à Peyrat-le-Château, et celle de Saint-Moreil au château de La Faye. Les quartzites forment notamment, plus ou moins silicifiés, le puy remarquable du Mont Larron qui domine toute la région, comme le figure la coupe ci-dessous.

Ce puy est suivi jusqu'au hameau du Puy, près du château de La Faye, d'une succession de puys dénudés dont les sommets s'abaissent progressivement et qui sont formés également par des roches quartzeuses. C'est ce terrain de quartzites que Mallard a classé dans les gneiss.

Les poudingues sont généralement à petits éléments ; on les observe un peu partout, et ils paraissent former des bancs peu épais interstratifiés dans les quartzites. Je citerai notamment les

bancs qui occupent le petit contrefort situé à l'Est de Chambéret, entre les hameaux de Chalard et de Leyrit ; il m'a été spécialement signalé par Leverrier.

Le poudingue le mieux caractérisé que j'ai vu est celui de Négrignac. Il forme un banc de 20 à 25 centimètres d'épaisseur seulement, à gros cailloux peu roulés de quartz, compris entre des bancs de quartzites absolument compacts, à cassure lisse. On peut l'observer notamment dans une petite carrière ouverte sur le bord de la route d'Augne, à très peu de distance de sa bifurcation avec celle de Négrignac à Saint-Julien.

Les roches que je rapproche des arkoses cristallines de Tulle ne forment pas de bancs, mais seulement des masses peu cohérentes. Elles se rencontrent un peu partout, dans toute l'étendue de la zone, surtout au voisinage du granite. On les remarque sur

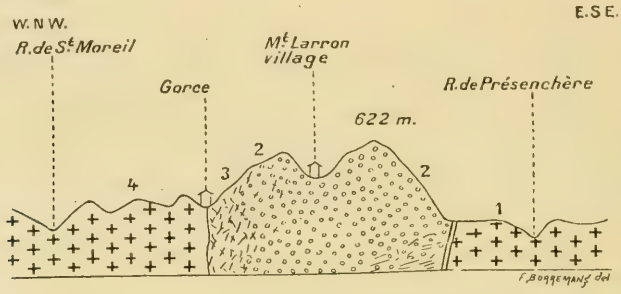


Fig. 2. — Coupe par le mont Larron.
1, Granite d'Eymoutiers ; 2, Quartzites ; 3, Roches granitisées ; 4, Granite d'Auriat. — Long. 1/80000 ; haut. 1/10 000.

la route de Chambéret à Domps jusqu'à l'Estivalerie, aux abords du village de Lachaud au Sud de Négrignac, et notamment à l'Est de Saint-Julien-le-Petit, sur le petit contrefort qui descend du cimetière, ainsi qu'aux environs de la Colomberie (au Nord du village du Mont Larron). J'ai observé encore des roches analogues près de Labassat, de Saint-Junien-la-Brégère, etc.

La zone « cambrienne » se prolonge sur la feuille de Guéret, au Nord du château d'Arfeuille, où M. de Launay a signalé l'existence d'un terrain formé de couches gréseuses et schisteuses, avec intercalations multiples de poudingues. Ce terrain qu'il a noté $dx\gamma^2$ est effectivement très granitique ; il serait délimité au Nord, à l'Est et à l'Ouest par des failles dont les amorces ne sont pas représentées sur la feuille de Limoges. Je n'ai pu reconnaître ces diverses fractures.

Les amphibolites sont certainement très rares dans la zone des quartzites. Leverrier n'en a signalé aucune, et jusqu'à présent je n'en ai observé que des traces, et en deux points seulement, près du château de La Faye, et près de Saint-Junien-la-Brégère. Cette rareté des amphibolites est une analogie de plus avec la région de Tulle, où ces roches, si développées dans les gneiss, ne pénètrent guère, et seulement sous la forme de schistes amphiboliques, au milieu des terrains clastiques.

Les amphibolites ne sont pas, d'ailleurs, fréquentes dans les gneiss de la feuille de Limoges, au voisinage immédiat de la zone des quartzites ; Leverrier n'en a observé qu'à Lussac et à Rouveix, au Nord de Bujaleuf. D'après sa carte, il y aurait, dans chacun des points, plusieurs couches de la roche basique.

Je n'ai pas encore vû la région de Lussac, mais j'ai visité celle de Rouveix, où Mallard n'a pas figuré de couches distinctes, mais un massif de granite à amphibole, roche qu'il désigne sous le nom de *diorite* (*d*). J'ai reconnu qu'il n'existe probablement qu'une couche unique d'amphibolite granitisée. Sensiblement horizontale dans son ensemble, comme les gneiss encaissants, elle est plus ou moins ondulée. Par endroits elle s'étale à la surface même du plateau, où elle se trahit par de gros blocs arrondis, disséminés, qui représentent la diorite de Mallard.

Si le métamorphisme général auquel les gneiss, les leptynites et les amphibolites doivent leur origine, ne s'est guère exercé sur les terrains de la zone des quartzites, le métamorphisme granitique a, par contre, agi dans toute l'étendue de la zone, du Sud au Nord. Déjà très développé, sur la feuille de Tulle, dans la région du Lonzac, il s'étend encore plus dans celle de Chambéret, et donne naissance aux granites de Soudaine et de Mont, ce dernier empiétant même sur la zone des schistes sériciteux.

Les gneiss de Veytisou et de la Forêt-Chabrouty ont été signalés avec leur composition et leur structure très granitiques.

Au Nord de la vallée de la Vienne, les roches granitisées constituent la série de hauteurs qui, du village de Verviale à la ferme de Lafaye, par la Grange, l'Espérance, Langlard et Breix, sépare la dépression de Négrignac du bas plateau de Bujaleuf.

Ce noyau de granitisation vient, à Artigeas, au Nord de Samis, au contact du massif granitique d'Eymoutiers. Il s'épanouit en traversant la vallée de la Maulde et passe aux roches granito-gneissiques de Villetelles, Chatreix, le Barboux, le Verdier qui s'étendent, à l'Est, jusqu'à Saint-Julien-le-Petit, et qui sont limitées, au Nord, par le massif de granite d'Auriat.

A l'Est de ce massif, la granitisation est peut-être encore plus étendue qu'ailleurs, et ne respecte que de petits îlots de quartzites (ou d'arkoses cristallines) dont quelques-uns, notés x ou xs, sont figurés sur la carte de Leverrier.

Le métamorphisme granitique que j'envisage ici, comme distinct peut-être du métamorphisme général, a donné naissance, comme produit de transformation des terrains sédimentaires, à des roches particulières, que j'avais sur la feuille de Tulle, assimilées à des sortes de granulites.

Ces roches spéciales, à texture grenue, compactes ou schisteuses, à mica généralement rare, souvent décomposé, sont moins altérables que le granite normal, ne se décomposent pas en arènes, mais se débitent en fragments irréguliers, à faces planes, comme les leptynites, ou comme certaines modifications endomorphes des massifs granitiques. Le terrain que forment ces roches est massif, là où le phénomène a été le plus accentué, et se distingue par son hétérogénéité des terrains homogènes qui constituent les granites normaux. Il s'agit donc de roches d'un type spécial, différent des types classiques des gneiss et des granites, mais se rapprochant de ce dernier type.

On a supposé que la bande granitisée de la zone des quartzites devait être assimilée à une auréole de la masse granitique d'Eymoutiers, et que sa formation pouvait être due à l'influence de ce granite. C'est ce que paraissent indiquer les hachures de la carte de Leverrier, où figure même une digitation du granite d'Eymoutiers au milieu de la zone des quartzites, jusqu'au hameau du Martinet, au NW. d'Augne. Dans cette partie, la roche spéciale due à la transformation des schistes et des quartzites est confondue avec le granite d'Eymoutiers.

Mais, en réalité, de même que sur la feuille de Tulle, la granitisation ne s'étend qu'exceptionnellement jusqu'au massif de granite, et elle se tient généralement en arrière. Il existe presque toujours entre ce massif et les aires granitisées une bande de terrains moins métamorphisés, et c'est même au voisinage immédiat du granite, à son contact, que l'on observe, comme à Négrignac, les roches qui ont le mieux conservé les caractères de roches clastiques.

Il y a plus. Sur la feuille de Tulle, et sur le bord sud de la feuille de Limoges, la zone des arkoses et quartzites est séparée de la masse de granite par une bande de schistes sériciteux, souvent dépourvus de toute trace de métamorphisme granitique, et complètement indemnes des atteintes des agents auxquels ce métamorphisme serait dû. On comprend que si ces agents ont

ainsi limité leurs actions à l'intérieur même du plateau d'Ussel, il est peu probable que le métamorphisme des quartzites, à distance du granite, soit dû à leur influence.

La granitisation de la zone des quartzites aurait donc une origine distincte de celle du granite d'Eymoutiers, mais ne peut-elle être rattachée à la formation du granite du massif d'Auriat, qui paraît, en partie, prolonger et même étendre cette zone au Nord ?

Jusqu'à nouvelle étude, la chose me paraît peu probable ; là où j'ai touché le massif d'Auriat, entre Rieupeyroux et Cheyssous, comme entre Clédat et Saint-Moreil, j'ai toujours observé que le granite tranche nettement sur le terrain encaissant, gneiss ou quartzites granitisées. Le granite, sous sa forme typique, forme au milieu des quartzites non modifiées, au Sud-Ouest du village de Mont-Larron, une pointe au voisinage de laquelle la roche sédimentaire ne paraît pas sensiblement modifiée. Je n'ai pu observer la limite du massif au Nord de Saint-Moreil ; peut-être là serait-elle moins tranchée.

A l'Ouest de l'aire de granitisation s'étend le terrain des gneiss et des leptynites, terrain auquel se relie celui des quartzites granitisées, sans qu'il existe quelque part un changement brusque dans la nature des roches, qui vienne trahir l'existence de la ligne de fracture tracée sur la carte de Leverrier.

J'ai observé ce passage graduel d'un terrain à l'autre, dans la région située à l'Ouest de Chambéret, mais surtout dans la région située à l'Est de Bujaleuf. Tous les chemins ou routes qui partent de ce bourg dans la direction de la Latière, de Tras-le-Plat, d'Argirolas, du Breix et de Saint-Julien-le-Petit, laissent voir parfaitement le terrain, et partout l'on observe que les gneiss de Bujaleuf (probablement dus à la granitisation de schistes micacés) prennent progressivement, à mesure qu'on s'avance vers l'Est, une structure et une composition qui les rapprochent de plus en plus des granites spéciaux décrits plus haut. Les gneiss deviennent de moins en moins micacés, de moins en moins schisteux, et finalement passent, sur la hauteur, à des roches compactes, quartzo-feldspathiques.

De même, au Nord de la vallée de la Maulde, les gneiss chargés de mica de Rouveix passent graduellement aux gneiss très granitiques de Chatreix.

Si la granitisation de la zone des quartzites n'a pas une origine à part, elle devrait donc plutôt être rattachée au phénomène qui a transformé en gneiss et en leptynites, les schistes, les quartzites ou les arkoses. L'aire de granitisation de la zone des quartzites

devrait alors être considérée comme une auréole de la région gneissique centrale, auréole où les agents du métamorphisme auraient exercé une action puissante, mais irrégulière et très localisée.

Je ne puis rien dire de certain sur l'allure des terrains de la zone des quartzites. Il est extrêmement difficile et délicat d'observer, au milieu de couches fortement métamorphisées, les directions de la stratification, et même celles de la schistosité, qui peut représenter la stratification.

Leverrier admet que les couches sont plus ou moins transverses à la limite du massif granitique ; il admet en même temps qu'elles pendent vers l'Est, « comme si elles plongeaient sous la masse du granite relevée par faille ».

Je serais plutôt porté à croire, en raison de ce que l'on observe sur la feuille de Tulle, et du recouvrement de Sainte-Anne, que les gneiss limousins, auraient une tendance à chevaucher *sur* le massif de granite. Je n'ai pas, en tout cas, observé de plongement vers l'Est ; et au voisinage immédiat du granite, à Négrignac, les plongements se font très nettement vers l'Ouest.

Dans la région de Meilhard où l'on peut, sans trop d'incertitudes, repérer les directions, celles-ci dessinent une ligne sinueuse dont l'orientation générale est WNW.-ESE., avec plongement au Sud.

Cette orientation persiste vers Saint-Gille, mais à Sainte-Anne elle s'infléchit au NNE.

A Bujaleuf, à Rouveix, les couches gneissiques sont horizontales dans l'ensemble, mais ondulées. Au Nord du village de Domps, ce doit être aussi l'allure générale de la zone métamorphique, ce qui expliquerait ainsi l'irrégularité des quelques directions observées, et la présence constante des mêmes terrains.

Au Sud de Domps, les couches seraient dirigées du NW. au SE., comme le sont, d'après la carte de Leverrier, tous les terrains, gneiss ou leptynites, s'étendant à l'Est du grand massif de granite à amphibole de Pierre-Buffière.

Je crois, d'une manière générale, que, à moins d'admettre l'existence d'une fracture qui serait masquée par la granitisation des terrains, et elle me paraît fort peu probable, il y a lieu de considérer les quartzites, les poudingues, les arkoses, les schistes chloriteux et autres roches extérieures au massif granitique d'Eymoutiers comme représentant le prolongement des gneiss et leptynites de Limoges ; cet ensemble de couches viendrait ainsi buter contre le plateau d'Ussel, dont il serait séparé par faille.

Résumé. — Les deux plateaux d'Ussel à l'Est, de Limoges à l'Ouest, en lesquels se subdivise le Massif Central au Sud de la zone granulitique et schisteuse d'Aigurande, se trouvent nettement délimités l'un de l'autre sur la feuille de Limoges, comme ils le sont plus au Sud, par une ligne très régulière qui, à partir du village de Domps, s'infléchit au Nord, puis au Nord-Nord-Est.

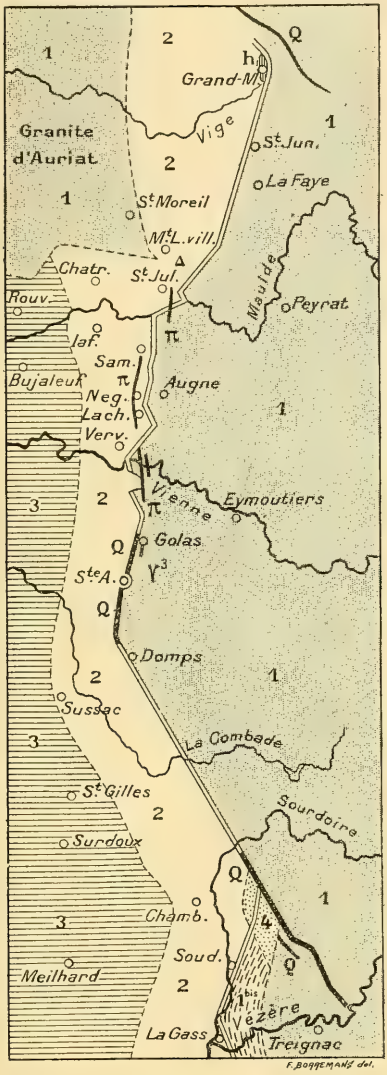


Fig. 3. — Bordure du massif granitique d'Eymoutiers. — 1/320 000.

1, Granites; 1 *bis*, Schistes; 2, Zone des quartzites; 3, Gneiss et leptynites; 4, Granulite; Q, Quartz; π, Porphyres à quartz globulaire; *h*, Terrain houiller; γ^3, Microgranulite.

Cette limite très tranchée, jalonnée jusqu'à la vallée de la Vienne par de puissants filons de quartz, voisine de filons, dirigés NS., de porphyres à quartz globulaire, passe au Nord, par le village du Grand-Mazuras (Creuse). Au Sud, elle passe par le village de Treignac (Corrèze), mais elle est relayée, auparavant, au moulin de Ceux, par le prolongement de la feuille d'Argentat. Elle sépare le massif granitique d'Eymoutiers d'une zone très remarquable de roches sédimentaires et elle présente ainsi tous les caractères de cette faille d'Argentat, que j'ai pu suivre, sans discontinuité, d'Asprières (Aveyron) jusqu'à Treignac. C'est elle-même une faille, ou une succession de lignes de fractures.

La zone que limite à l'Est, la ligne en question, et qui forme le bord du plateau de Limoges se compose de terrains, en général forte-

ment granitisés, mais où subsistent de place en place, et plus particulièrement en bordure du massif granitique, des îlots de roches sédimentaires, devenus plus ou moins cristallines, mais qui ont encore conservé quelques-uns des caractères accusant leur origine : schistes, quartzites, poudingues et arkoses, à l'exclusion de calcaires.

Les schistes alternent avec les roches arénacées, et n'occupent pas une zone distincte. Les quartzites et autres roches associées ne constituent probablement que des amas sinon des bancs interstratifiés dans la masse schisteuse, formée de schistes devenus chloriteux, micacés ou gneissiques.

La granitisation qui s'est exercée sur les roches de cette zone ne s'est qu'exceptionnellement étendue jusqu'au massif de granite, et elle a, presque partout, limité son action vers l'Est, et épargné les terrains en bordure de ce massif. Elle a donné naissance à des roches généralement massives, d'un type spécial, distinct du type classique du granite, et à un terrain dépourvu de la grande homogénéité qui caractérise les formations granitiques franches.

La granitisation des quartzites paraît sans relation avec la formation du granite du plateau d'Ussel. Les roches granitisées se relient insensiblement, à l'Ouest, aux gneiss, aux leptynites et aux micaschistes, sans qu'on puisse observer aucun indice des fractures que Leverrier a figurées sur sa carte, en reconnaissant d'ailleurs que le tracé de ces fractures est incertain. Celles-ci, je le suppose, ont dû répondre, dans l'esprit de notre confrère, à des conceptions théoriques, destinées à expliquer l'apparition, au milieu des schistes cristallins et des granites, d'une zone de roches sédimentaires.

Il n'y a pas, autant que j'ai pu le constater à ce jour, de faits qui tendent à prouver que la zone des quartzites, soit comme il est dit dans la notice explicative de la feuille de Limoges, une zone d'effondrement. On doit, jusqu'à nouvel ordre, la considérer plutôt comme une frange du massif des gneiss, frange en partie respectée par les agents des métamorphismes général et granitique dont l'action aurait été, là, je le redis, très irrégulière et très localisée ; tel est souvent le cas sur les bords des grandes aires de métamorphisme.

Voilà les faits qu'une première étude de la région me paraît révéler ; ils se ramènent à deux.

D'abord le fait d'une séparation très tranchée entre les deux plateaux d'Ussel et de Limoges, séparation observée sur plus

de 160 kilomètres de longueur, depuis Asprières, pour ne pas descendre plus au Sud, jusqu'à Bourganeuf. Ce fait, sans être aussi apparent, en raison de la rareté et du peu de longueur des bassins houillers voisins de la ligne séparative, que celui de l'existence de la traînée houillère Souvigny-Saint-Mamet, est certainement l'un des plus remarquables que révèle l'étude du Massif Central de la France, et il suggère l'idée d'une dislocation importante à laquelle serait due la séparation en deux secteurs de toute la partie du Massif Central au Sud de la *chaîne d'Aigurande*.

Ensuite le fait, singulier, et encore plus remarquable, de l'existence, sur le bord du plateau gneissique de Limoges, donc au voisinage immédiat et l'on peut dire au contact des schistes ou des granites du plateau d'Ussel, d'une étroite frange de terrains sédimentaires, de nature arénacée, qui ont échappé au métamorphisme général. Il y a là une zone très spéciale, avec une allure particulière et dans un emplacement très spécial aussi.

Aucune donnée précise ne permet d'indiquer pour quelle cause, à la suite de quels phénomènes, subsiste en bordure d'un massif granitique, au milieu d'un vaste ensemble de terrains refondus et transformés en micaschistes, en gneiss, en leptynites et même en granite, une zone étroite de terrains dont les roches ont pu, en beaucoup de points, échapper à peu près complètement à l'influence d'agents dont l'action a été, à côté, si étendue et si profonde, et ont retenu ainsi une grande partie de leurs caractères primitifs.

Je ne voudrais pas terminer cette esquisse encore vague de l'une des régions les plus caractéristiques de la feuille de Limoges sans rappeler ce que nous devons à l'auteur de cette feuille, à Urbain Leverrier si malheureusement ravi, avant l'âge, à la science et à notre amitié. C'est à lui, notamment, qu'appartient le mérite d'avoir signalé, entre autres faits remarquables, le prolongement, sur cette feuille, de la zone des quartzites méconnue par Mallard dans sa consciencieuse étude des terrains de la Haute-Vienne.

Qu'il me soit aussi permis de quitter le terrain scientifique, pour acquitter envers mon confrère, collègue, camarade et ami, une dette de reconnaissance, en rappelant qu'il a été, avec mon savant maître, A. Michel-Lévy, un de mes guides les meilleurs et les plus sûrs dans l'étude si délicate des terrains cristallophylliens. Je lui dois, ainsi qu'à A. Michel-Lévy, outre de précieux conseils tirés de sa grande expérience, la détermination précise de nombreux échantillons de roches du Limousin.

Je conserverai toujours le souvenir ému de ces courses com-

munes, entreprises pour le raccordement et l'étude comparative des cartes qui nous étaient confiées, et où j'ai appris à connaître l'homme, à apprécier la profondeur de son intelligence, l'étendue et la variété de ses connaissances, l'ampleur philosophique de ses vues qui ne nuisait pas à la précision scientifique de ses explications, l'élévation et la vivacité de son esprit, enfin son sens si développé de l'art, toutes qualités alliées à la plus rare modestie, à la plus grande simplicité, ensemble précieux, héritage d'un savant illustre.

Nummulitique du Pelvoux.
Zone du Flysch et zone des Aiguilles d'Arves.

par **Jean Boussac**[1].

Depuis le col du Lautaret jusqu'au Champsaur, le Nummulitique forme une bordure ininterrompue au massif du Pelvoux, sur ses deux bords oriental et méridional; ces dépôts nummulitiques sont généralement compris dans ce qu'on appelle la « zone des Aiguilles d'Arves » (E. Haug) ou « zone du Flysch » (P. Termier).

Or la zone des Aiguilles d'Arves a une situation tectonique bien déterminée : c'est une sous-zone occidentale du « Briançonnais », refoulée à l'Ouest sur les plis delphino-savoisiens (E. Haug), et chevauchée elle-même sur sa bordure orientale par le « Briançonnais » proprement dit. D'autre part, une bonne partie de ces dépôts nummulitiques, qui longent le Pelvoux, se sont déposés *in situ*, sur le bord de ce massif cristallin : distinguer ce qui revient à la couverture sédimentaire du massif du Pelvoux, et ce qui appartient réellement à la zone des Aiguilles d'Arves, et préciser les relations de ces deux unités tectoniques, tel est le double but de ma note.

Exactement au Sud du Pelvoux se trouve le Champsaur, dont les terrains appartiennent à la couverture sédimentaire du massif cristallin[2]. Il n'y a pas là de difficulté. A l'Est, sur la rive gauche du Drac, se trouvent les énormes masses du flysch charrié de la nappe de l'Embrunais (zone des Aiguilles d'Arves), qu'il est impossible de distinguer, sur la feuille de Gap, du Nummulitique autochtone du Pelvoux qui affleure autour de la boutonnière de Dourmillouse. Cette carte est cependant là très exacte, et il nous suffira, pour pouvoir l'interpréter, de connaître les quelques faits suivants, très décisifs, observés aux environs d'Orcières.

Deux kilomètres à l'Est d'Orcières, le Drac coule entre deux énormes parois de grès d'Annot oligocènes, et, de la rive gauche du torrent, on voit très nettement que les grès de la paroi septentrionale forment un anticlinal déversé vers le Sud-Ouest. Cet anticlinal a été bien marqué sur la feuille de Gap. Mais il y a plus : cet anticlinal est décapité; les couches les plus externes

1. Note présentée à la séance du 6 février 1911.
2. Le Nummulitique du Champsaur se prolonge, à l'Est du Drac, dans le petit ravin de Méollion.

(vers la gauche) ne se recourbent pas autour du noyau : elles sont coupées par une formation qui repose horizontalement sur leurs tranches. Cette formation, c'est le « flysch noir » priabonien. Les têtes des bancs de grès redressés sont fréquemment recourbées vers le Sud-Ouest, les bancs sont comme disjoints à leur partie supérieure, et le flysch noir remplit les interstices. On sent que l'anticlinal de grès d'Annot a été râpé par la nappe de « flysch noir » qui a passé sur lui.

Les mêmes faits se retrouvent, symétriquement, sur le versant sud de la vallée, et d'autres anticlinaux, plus au NE. sont visibles dans la même série de grès, qui se relient sans interruption à ceux de la boutonnière de Dourmillouse : ils constituent l'autochtone, et sont affectés de grands plis déjetés vers le Sud-Ouest. Ils sont partout recouverts, en discordance tectonique, par une nappe formée surtout de flysch noir, au moins à sa base, et le contact de ce flysch noir et des grès d'Annot sur lesquels il repose déterminera la limite du Nummulitique en place et du Nummulitique charrié. Or ce contact forme une ligne très sinueuse, facile à suivre sur la feuille de Gap, depuis le Roc des Hommes, à l'Ouest, jusqu'aux environs du col de Val Haute, à l'Est. En ce dernier point, la nappe de flysch noir disparaît, complètement laminée entre les grès d'Annot autochtones et les premières nappes briançonnaises.

Au Nord de cette limite, jusque près du Lautaret, tout le Nummulitique, dit de la « zone du Flysch », fait partie de la couverture sédimentaire du massif du Pelvoux, comme l'a très bien vu M. Termier : c'est le « Flysch autochtone » décrit dans son très beau mémoire sur « les montagnes entre Briançon et Vallouise ». Rappelons que ce Nummulitique est constitué d'une façon très constante par un calcaire à petites Nummulites (Priabonien), qui débute par un conglomérat de base fait aux dépens du massif cristallin sous-jacent, de sorte que son autochtonie n'est pas douteuse; ce calcaire peu épais (5 à 6 m.) supporte des schistes ardoisiers, puis une grande masse de grès et de schistes que j'assimile aux grès d'Annot.

Parfois épais de plus de mille mètres, comme dans la crête de Dourmillouse ou de l'Eyglière, ces terrains se réduisent, en d'autres points, à quelques mètres, comme au col de l'Eychauda; mais ils ne manquent jamais. On les suit ainsi, sans interruption, par Vallouise, l'Eychauda, le Monêtier, jusqu'au Lautaret, et partout recouverts par les écailles de la zone du Briançonnais.

Au col du Lautaret, nous retrouvons le flysch de la zone des Aiguilles d'Arves, qui forme, par les Trois Évêchés et la chaîne

des Aiguilles d'Arves, une série de crêtes ininterrompue jusqu'à Saint-Jean-de-Maurienne. Comment se raccorde ce flysch avec notre Nummulitique autochtone ?

Précisons d'abord la situation tectonique de la zone des Aiguilles d'Arves ; la réponse ensuite sera plus facile. On caractérise généralement cette zone comme un grand synclinal séparant la zone dauphinoise, à l'Ouest, du véritable Briançonnais à l'Est, et présentant déjà des faciès briançonnais. Je crois qu'en réalité elle est susceptible d'une définition tectonique plus précise : ce qui la caractérise réellement, c'est, comme l'a dit M. Haug dès 1896[1], qu'elle chevauche partout, sur son bord occidental, les terrains dauphinois, de même qu'elle est chevauchée elle-même, sur son bord oriental, par la zone du Briançonnais, comme M. Kilian l'a montré depuis longtemps. Si on suit vers le Nord, entre le Lautaret et la Maurienne, son bord occidental, on constate sous le flysch une *série triasico-liasique*, qui ne constitue pas un anticlinal régulier, mais qui forme des *lames lenticulaires* (par exemple à Cote-Pleine), dont les termes se développent ou s'effilent de la façon la plus capricieuse, avec des suppressions fréquentes de certaines assises : *la série secondaire du synclinal des Aiguilles d'Arves présente tous les caractères d'une série charriée.*

En outre cette série triasico-liasique, d'après la carte de M. Kilian, repose d'abord sur le Lias calcaire, puis sur le Lias schisteux, puis sur le Bajocien, sur le Bathonien et enfin sur l'Oxfordien ; d'où l'on peut conclure que *le bord de la zone des Aiguilles d'Arves coupe obliquement les plis de la zone dauphinoise.*

Mais il y a plus ; il est certain que, comme dans l'Embrunais et dans l'Ubaye, le Nummulitique est lui-même charrié sur son substratum de terrains secondaires, qui ne joueraient que le rôle de lames entraînées *à la base* de la nappe de flysch. Ce Nummulitique est en effet formé de « flysch gréseux », formation comprenant tout le Priabonien et peut-être aussi la partie inférieure de l'Oligocène, mais qui se trouve toujours au *sommet* de l'Éocène dans la région, et *jamais à la base* ; toute la partie inférieure du Nummulitique manquerait donc ici, et manquerait par laminage. Ce n'est que beaucoup plus au Nord, dans la Maurienne, qu'ap-

1. Voir E. Haug. Les lignes directrices de la chaîne des Alpes. *Annales de Géographie,* V, p. 167-178, Paris. « Le bord externe de la zone des Aiguilles d'Arves, disait M. Haug, est une des plus importantes lignes de contact anormal de la chaîne des Alpes ; il y a eu... un charriage horizontal de plusieurs km., amenant le bord externe de la zone des Aiguilles d'Arves en recouvrement sur le bord interne de la zone delphino-provençale.

paraît le « flysch calcaire » et que le Nummulitique se complète alors par la base.

Ainsi donc le flysch de la zone des Aiguilles d'Arves est du flysch charrié ; or on a toujours admis jusqu'ici qu'il est en continuité avec le Nummulitique de la couverture sédimentaire du Pelvoux. Il y a là une difficulté, qu'une coupe, prise environ 2 km. à l'Est du Lautaret, sur le flanc nord-est du massif de Combeynot, va nous permettre de résoudre. Cette coupe nous montre *le Nummulitique autochtone*, sous forme de calcaires à petits Nummulites et de conglomérats à galets cristallins reposant sur les quartzites triasiques du massif ancien, mais *supportant une lame* (épaisse de quelques mètres) *de calcaires très broyés et laminés, parfois cristallins, vraisemblablement jurassiques et sur lesquels repose le flysch gréseux de la zone des Aiguilles d'Arves.*

Celui-ci n'est donc pas en continuité avec le Nummulitique autochtone du Pelvoux ; il est charrié sur lui et est séparé par une lame de calcaires jurassiques[1].

Conclusions. — 1° Il y a deux choses très différentes dans ce qu'on avait l'habitude d'appeler « zone du Flysch » sur le bord interne du Pelvoux. Il y a d'une part des terrains faisant partie de la couverture sédimentaire du massif, et autochtones ; il y a d'autre part des terrains charriés appartenant à la zone (ou nappe) des Aiguilles d'Arves, en y comprenant la nappe de l'Embrunais. Je proposerai donc l'abandon de ce terme « zone du Flysch » qui peut prêter à équivoque.

2° *Sur tout le bord oriental du Pelvoux*, entre la vallée de la Biaisse et le col du Lautaret, *la zone des Aiguilles d'Arves n'existe pas*. Elle a disparu par laminage, et les nappes du Briançonnais reposent directement sur l'autochtone. Mais il est probable qu'elle est continue en profondeur, et qu'on la trouverait sous les écailles briançonnaises, sous les montagnes entre Briançon et Vallouise.

1. Cette conclusion est une remarquable confirmation des idées récemment émises par M. Émile Argand, dans sa belle synthèse des Alpes cristallines franco-italiennes. V. E. Argand. Les nappes de recouvrement des Alpes Pennines et leurs prolongements structuraux. *Mat. pour la Carte géol. Suisse*, nouv. série, xxxi, 1911. Berne (Note ajoutée pendant l'impression).

Sur la présence de couches calcaires dans les Schistes cristallins de la Vendée

par **Jules Welsch**[1].

Les environs des Sables-d'Olonne (Vendée) montrent une série de schistes cristallins et de phyllades alignés NW.-SE., suivant la direction des plissements sud-armoricains de la région; ces schistes et phyllades plongent au NE. de 30° à 40° environ, quelquefois même de 50°, sur une longueur de 10 kilomètres environ; l'épaisseur est donc considérable.

En partant de la partie inférieure, qui se montre surtout au Fort-Saint-Nicolas et à la Pointe de l'Aiguille, on voit successivement, en superposition du SW. au NE. : des gneiss à mica noir, souvent glanduleux; des gneiss finement stratifiés; des schistes sériciteux maclifères, quelquefois très quartzeux, ou très feldspathiques, avec grenats et aussi des calcschistes et des bancs calcaires; des schistes et phyllades d'un gris bleuâtre avec des schistes quartzeux noirs ou phthanites; des schistes argileux violacés, etc. On y voit de nombreux filons de pegmatite et de quartz, avec quelques minéraux particuliers, surtout dans les zones gneissiques de la base.

Ce massif est rompu par des cassures verticales et par des failles.

On peut étudier la succession de ces roches, en particulier: 1° au bord de la mer, en partant de la Pointe de l'Aiguille et remontant au Nord; c'est la meilleure coupe; malheureusement beaucoup de rochers sont recouverts par les sables de l'estran et des dunes, ou ne découvrent qu'à marée basse; 2° en allant le long de la côte au SE., à partir des Sables, jusqu'à l'embouchure de l'estuaire du Payré, et un peu au delà; 3° dans l'intérieur des terres, où les successions sont difficiles à établir, car le pays constitue une sorte de pénéplaine dépourvue de bonnes coupes.

Il y a passage continu d'un groupe d'assises à l'autre; on constate quelquefois des alternances vers les limites, mais peu importantes; la masse des gneiss est à la base des autres schistes cristallins et des phyllades.

Gneiss. — Ces roches sont formées de quartz, feldspath et mica noir abondant, avec peu de mica blanc; à la base, les gneiss

1. Note présentée à la séance du 3 avril 1911.

sont souvent glanduleux, mais l'aspect est toujours rubané ; ils sont assez pauvres en minéraux accessoires ; ils sont très développés dans les environs immédiats des Sables-d'Olonne, de chaque côté de la ville.

Les gneiss supérieurs sont régulièrement stratifiés, en lits très minces ; on les voit affleurer à la Côte Chaillée et aux Rochers de l'Ane, au NW. des Sables-d'Olonne, ainsi que vers la Cayola au SE. Toutes ces roches sont lardées de gros filons de granulite et pegmatite, formant quelquefois un véritable réseau, surtout vers la base.

Calcschistes de Bourgenai. — Au-dessus, vient une série épaisse de schistes sériciteux maclifères et riches en cristaux de grenat, dans lesquels j'ai découvert des schistes calcaires sur la côte, au SE. des Sables, depuis la Cayola, par Saint-Martin, jusqu'à la Pointe du Payré. On peut les étudier à marée basse, dans la falaise de la Mine des Sarts (ou Essarts) et surtout au Pas de Bourgenai, sous la Chapelle de ce nom. Ils n'ont pas été indiqués par Rivière, qui les a confondus avec les gneiss dans l'étude détaillée qu'il a faite de cette région [1]. Ce sont des schistes cristallins avec grenats, quartz interstrafié quelquefois glanduleux, nombreux lits de feldspath et bandes calcaires peu épaisses ; le calcaire est souvent jaunâtre, quelquefois blanchâtre. Ces calcschistes font toujours effervescence à l'acide. Leur épaisseur dépasse 10 m. ; on peut voir facilement la succession des assises qui plongent au NE. de 40° environ. On les retrouve jusqu'au delà de l'estuaire de Talmont, appelé le Perray ou Payré, sous l'ancien Corps de Garde, où ils sont très plissés. Cet affleurement peut donc se suivre sur une longueur de 6 km.

Calcaire de Fontsouce. — Je n'ai pu retrouver de façon nette ces calcschistes à l'intérieur des terres, sauf à la fontaine, dite Fontsouce ou Fonsouze. Ce point se trouve à 2 ou 3 km. au Nord de la Ville de Sables, entre le chemin de fer de La Roche et les marais à poissons et à sel. On y voit affleurer les schistes sériciteux à mica noir et à grenats, avec lits de quartz, qui supportent un gros banc de calcaire cristallin bleuâtre sur lequel se trouve la fontaine, qui est la meilleure des environs.

Calcaire cristallin du Rocher noir de la Chardrie. — Dans son *Mémoire sur le terrain gneissique* (p. 164), Rivière a indiqué la présence de cipolin sur la côte nord des Sables-d'Olonne, entre le village de La Chaume et le havre de la Gachère.

1. Rivière. Mémoire sur le terrain gneissique ou primitif de la Vendée [*M. S. G. F.*, (2), IV, première partie, 1851, n° 2].

J'ai étudié longuement les rochers qui découvrent sur cette côte, et je suis arrivé à trouver des bancs calcaires dans les schistes cristallins, au point que les pêcheurs appellent : le Noir de la Chardrie ; ces calcaires peuvent répondre à l'indication de Rivière. Le point, que j'ai en vue, se trouve entre les Rochers de l'Ane et les Pierres-Noires, un peu au Sud de l'ancien Corps de garde de Sauveterre, qui est porté sur la feuille de Palluau, à la limite de celle des Sables ; mais le gisement que je cite se trouve sur la dernière feuille. On voit au moins trois bancs de calcaire cristallin qui affleurent au milieu des schistes feldspathiques à grenats, mica noir et mica blanc.

Cette série schisteuse se termine par les quartzites et phyllades satinés bleuâtres, avec grenats, qui constituent les rochers, dits Pierres Noires ; ce sont les dernières roches anciennes visibles sur la côte avant le havre de la Gachère et les affleurements de Brétignolles.

Sauf l'indication de Rivière, je ne crois pas qu'il y ait jamais eu de couches calcaires indiquées dans les schistes et phyllades du massif ancien de la Vendée et des Deux-Sèvres, en dehors des calcaires dévoniens et carbonifères des synclinaux de Saint-Laurs et d'Ancenis.

Schistes sériciteux et quartzites. — Au-dessus, on trouve des schistes feldspathiques avec grenats, renfermant les Diorites amphiboliques de la Bauduère et Garnaudière, étudiées autrefois par Coquand[1] et Rivière.

Phyllades. — Puis vient la grande série des schistes plus ou moins durs, luisants et satinés du Poiroux, Gros-Breuil, Sainte-Foye, etc. avec des bandes de schistes ardoisiers. La zone des *schistes argileux violacés* que l'on voit en divers points, à la partie supérieure des phyllades, au Pont-Rouge ; entre Saint-Mathurin et Vairé ; au Nord d'Ile d'Olonne, etc. pourrait répondre au *Cambrien*, par analogie avec les assises de schistes pourprés, rapportés à cet étage dans l'Anjou et le reste du Massif armoricain.

1. Coquand. Sur les terrains compris entre les Sables-d'Olonne et la Gachère, principalement sur l'amphibolite de la Bauduère, etc. *B. S. G. F.*, (1), VII, p. 74-83, 1836.

Sur la constitution géologique de la plaine située a l'Est de la falaise de Bandiagara

par **H. Hubert**[1].

On sait que dans la partie septentrionale de la Boucle du Niger s'étend un important plateau gréseux[2]. Celui-ci, débité en lambeaux entre Hombori et Douentza, est au contraire continu au Sud de ce dernier point; il est alors marqué à l'Est par un rebord très abrupt qui se prolonge, comme je le montrerai d'autre part, jusqu'aux environs de Fo, à 400 km. au Sud-Ouest.

A l'Est de ce plateau commence une grande plaine, qui s'étend en largeur, sur environ 80 km., jusqu'aux limites de l'Yatenga. Elle se termine, au Sud, à la hauteur de Koury. M. R. Chudeau, qui l'a longée depuis Kani-Kombolé jusqu'à Hombori, signale qu' « on a trouvé, au fond de quelques puits, entre Bandiagara et le Mossi, des gneiss et des micaschistes qui semblent indiquer que toute cette partie de l'Afrique — la Boucle du Niger à l'Est du plateau de Bandiagara — a la même structure (Vuillet)[3] ». M. René de Lamothe, qui a traversé cette plaine entre Ouendé et Tingé, puis entre Thiou et Kani-Kombolé, confirme l'opinion précédente: « Entre Ouahigouya et la falaise de Bandiagara on rencontre surtout des schistes amphiboliques et des micaschistes, souvent masqués par la latérite. Des calcaires existeraient vers Thiou, interstratifiés dans les schistes. Je signale la présence d'argile blanche à Bango, et de roches siliceuses blanches zonées au puits de Koro, en approchant du pied de la falaise[4] ». Ailleurs, cet auteur signale bien, pour la région au Sud d'Ouendé, « des roches siliceuses zonées à Dogoussa et des calcaires à Tiguila (mauvais échantillons rosés) ». Mais dans sa note, M. R. de Lamothe ne tire pas parti de la présence de ces roches, qui, pour lui, à ce qu'il m'a semblé, ne seraient que des accidents au milieu d'une région de schistes cristallins; c'est, du reste, ce que vient préciser sa carte.

Or, par tous ses caractères géographiques, la plaine se différencie des régions voisines. On n'y trouve aucune ondulation

1. Note présentée à la séance du 6 mars 1911.
2. Desplagnes. Le Plateau Central nigérien, 1907, pp. 8-10.
3. Chudeau. Géologie du Soudan, *B. S. G. F.*, [4], X, 1910, p. 321.
4. René de Lamothe. Géologie des territoires du Haut-Sénégal et Niger, *B. S. G. F.*, [4], IX, 1909, pp. 535-536.

typique, nul accident du relief ; sur une grande étendue, l'eau disparaît totalement de la surface du sol ; la végétation y est éminemment xérophyle ; enfin, il n'existe à la surface aucun affleurement, ce qui est exceptionnel en Afrique occidentale pour une région non envahie par les sables.

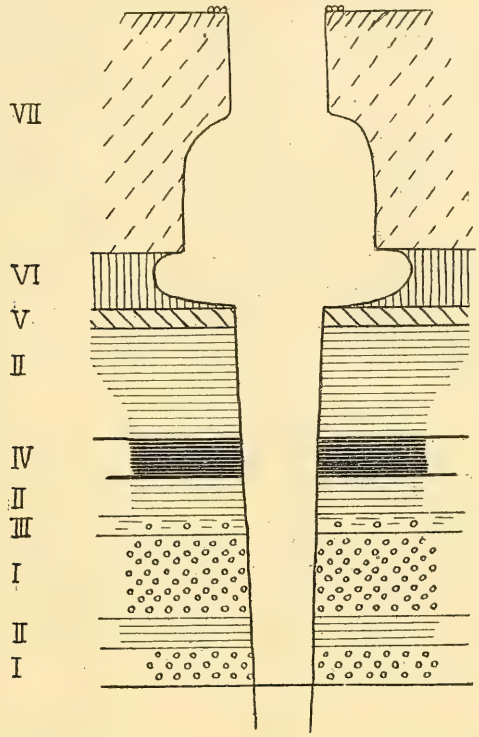


Fig. 1. — Coupe schématique du puits de Koro. — Échelle des hauteurs : 1/200. I, Calcaire argileux compact ; II, Argile calcaire schisteuse ; III, Association de I et de II ; IV, Argile légèrement calcaire et très schisteuse ; V, Argile schisteuse ; VI, Argile sableuse ; VII, Conglomérat ferrugineux.

La partie orientale de la plaine est limitée par l'Yatenga, région qui forme avec elle un contraste saisissant. C'est un pays valonné, accidenté même parfois, où les affleurements sont très nombreux. Aussi les roches cristallines que M. R. de Lamothe signale « entre Ouahigouya et Bandiagara » doivent, à mon sens, être toutes rapportées à cette région, qui cesse, vers l'Ouest, aux environs de Thiou. Rien que sur la bordure de l'Yatenga, au Sud du gisement signalé par M. R. de Lamothe dans le Liptako, à Tingé, il faut en ajouter un grand nombre d'autres. Ils sont très voisins les uns des autres et répartis au voisinage d'Yoro, Tibbo,

Thiou, Sia, Toga, Niankoré [1] (granites), Béguentigué, Yaba, Sankoné, Daman (gneiss, diabases, schistes anciens plus ou moins métamorphisés, [2] etc.). On pourra donc considérer comme un fait acquis la proposition suivante: la plaine de Koro [3] est limitée par deux types de formations géologiques qui se répartissent géographiquement suivant deux lignes grossièrement parallèles : des grès siliceux à l'Ouest, des roches cristallines à l'Est.

Reste à savoir si la plaine elle-même est constituée par des roches cristallines, ainsi que l'indiquent les deux auteurs précités. Or, comme il n'y a pas d'affleurements rocheux — et d'ailleurs ni M. Chudeau, ni M. R. de Lamothe n'en signalent — on ne peut avoir d'autres échantillons que ceux des puits. Ces derniers, notons-le, ont presque toujours une grande profondeur (20 à 70 m.) alors que dans les régions contiguës, la nappe aquifère est, dans les terrains meubles, toujours fort voisine de la surface.

Le plus intéressant de ces puits, parce qu'en raison de son peu de profondeur (18 m.) on peut, par exception [4], y recueillir une série d'échantillons, est celui de Koro. Il fournit la coupe de la figure 1.

Parmi les éléments ne figurant pas dans cette coupe et qui ont été vraisemblablement extraits du même puits, il faut signaler un bloc de grès très micacé dont la forme et le peu de cohésion écartent toute idée de transport de la part des indigènes.

Pour les autres puits, où les recherches n'ont pu être aussi complètes, j'indiquerai simplement la profondeur, la situation géographique et la nature des matériaux extraits (Voir : fig. 2). Les échantillons recueillis dans ces puits appartiennent donc à quatre types principaux :

1° des calcaires souvent argileux, parfois siliceux ou oolithiques. M. Cayeux, qui a bien voulu examiner les préparations de ces derniers et les roches siliceuses oolithiques de la même région, considère que celles-ci résultent simplement de la modification des premières. Il faut donc les ranger dans le même groupe.

1. Les échantillons de Niankoré ont été recueillis à mon intention par M. l'administrateur Vadier.

2. Une étude détaillée de la géologie de cette région sera donnée ultérieurement. Au cours de cette note, *par abréviation*, dans l'expression roches cristallines, je sous-entendrai les schistes anciens, qui se trouvent associés à celles-ci.

3. Pour la commodité de la rédaction j'appelle cette région *plaine de Koro*, du nom de la localité la plus intéressante au point de vue géologique.

4. Les puits de cette région, au lieu d'être cylindriques, sont en entonnoir (fig. 1.), et la plupart d'entre eux sont plus ouverts que ne l'indique la figure, si bien qu'on ne peut guère recueillir, comme échantillons en place, que ceux de la partie voisine du fond. Plus haut, chaque puits s'élargit tellement que toute investigation devient impossible.

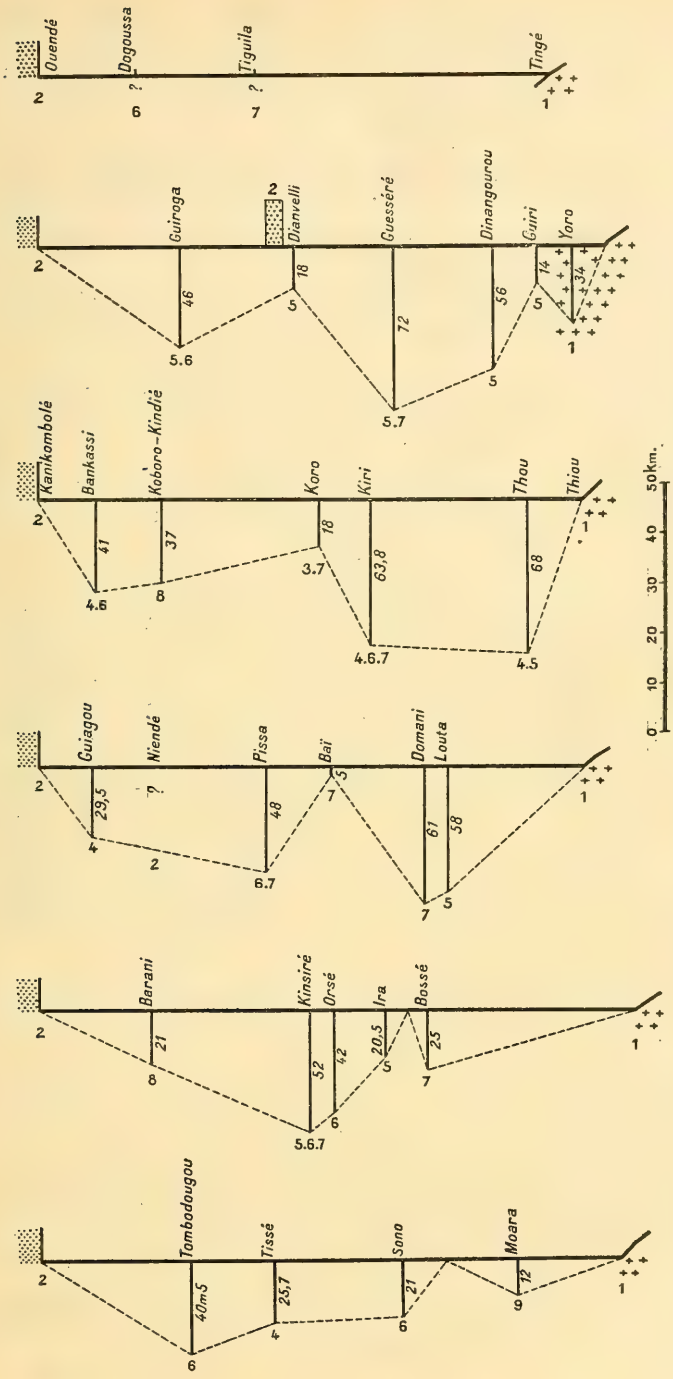


Fig. 2. — Répartition des formations de la plaine de Koro.

1, Roches cristallines ; 2, Grès siliceux ; 3, Grès micacé ; 4, Grès argileux ; 5, Argile ; 7, Calcaire et oolithes siliceuses ; 8, Sable ; 9, Formations latéritiques.

Les chiffres en *italiques* indiquent la profondeur en mètres, le pointillé l'allure du niveau hydrostatique. Les longueurs entre chaque localité soit dans le sens vertical, soit dans le sens horizontal, sont sensiblement proportionnelles aux distances sur le terrain.

2° des formations siliceuses, résultant également de silicification, mais aux dépens de roches homogènes.

3° des grès argileux, dont certains rappellent, comme aspect, les grès argileux du Niger.

4° des grès micacés (exceptionnels).

On voit que, dans aucun cas, les roches cristallines ne se manifestent et qu'il convient bien de considérer cette plaine comme une région de types sédimentaires avec, comme caractéristique, la présence des calcaires.

J'ajoute que l'eau de presque tous ces puits est très riche en sulfates, chlorures et carbonates, et donne des réactions extrêmement nettes.

On remarquera que les calcaires (et les oolithes siliceuses) occupent la partie axiale de la plaine, tandis que les argiles et les grès argileux se trouvent répartis de part et d'autre. J'ai noté également que les roches silicifiées étaient notablement plus abondantes dans la partie méridionale. Mais il n'est pas possible de tirer argument de ces deux faits, puisque, dans la plupart des cas, on n'a que quelques échantillons de chaque puits.

Au point de vue stratigraphique, les grès siliceux de Bandiagara, et probablement aussi les calcaires de Koro sont horizontaux ; ceux-ci étant à un niveau inférieur, on pourrait penser qu'ils sont antérieurs à ceux-là. Mais, d'une part, les calcaires sont aussi à un niveau plus bas que celui des roches cristallines, nécessairement plus anciennes. D'autre part, on voit en plusieurs points de la falaise de Bandiagara le substratum des grès siliceux, toujours constitué par des roches cristallines, sans qu'il y ait jamais interposition de calcaires. Par conséquent, bien qu'on ne possède pas de preuves directes, il y a tout lieu de croire que les calcaires sont postérieurs aux grès siliceux et, de plus, postérieurs au démantèlement de ces grès [1].

M. Henri Douvillé, à qui j'ai soumis des échantillons des roches de cette région, a bien voulu me dire que des oolithes siliceuses avaient été rencontrées également au Congo français, associées à des grès qui seraient triasiques. Mais étant donné que, comme à bien voulu me le faire remarquer M. Cayeux, les oolithes du Congo et celles de la plaine de Koro sont entièrement différentes, et que, d'autre part, les gisements des deux régions sont distants de plusieurs milliers de kilomètres, et qu'enfin aucun élément organisé n'a été observé ni à Koro, ni dans les grès de Ban-

1. Bien entendu toutes ces formations sont entièrement différentes des calcaires de Hombori, types métamorphiques intercalés dans les schistes.

diagara, il semble préférable de ne faire actuellement aucune hypothèse sur l'âge absolu des formations de la plaine de Koro.

Extension géographique. — La partie dans laquelle j'ai recueilli ou fait recueillir des échantillons s'étend sur environ 235 km. de longueur. Au Sud elle est limitée, un peu après Koury, par

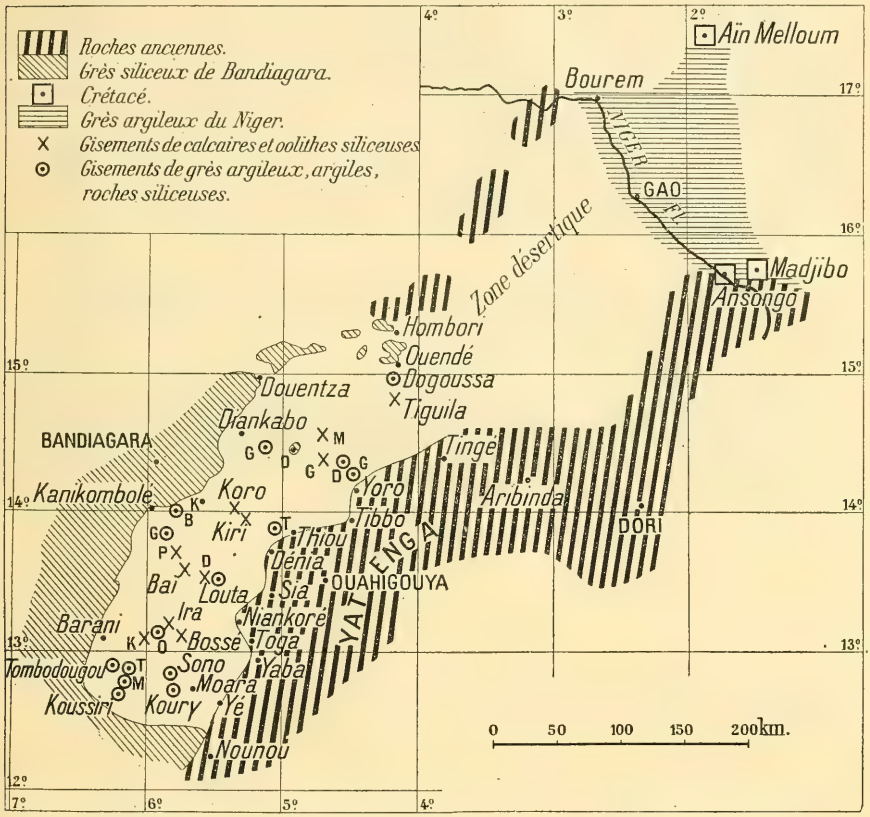


Fig. 3. — Carte de la plaine a l'Est de la falaise de Bandiagara.

des formations gréseuses analogues à celles de Bandiagara et par des roches cristallines, l'ensemble formant une sorte de golfe[1]. Au Nord de la coupe Yoro-Guiroga, M. Vuillet a recueilli, non loin de Gondo-Ougourou, un calcaire qu'il a bien voulu me communiquer. Plus au Nord encore, se trouvent les roches calcaires et

1. Les gisements au Nord du parallèle de Diankabo ont été observés par MM. Aynard, Chudeau, Cortier, Desplagnes, Gagin, R. de Lamothe, Marc et Vuillet.

siliceuses signalées par M. R. de Lamothe et qui semblent faire partie de la même formation, puisqu'elles ont été recueillies dans les mêmes conditions. Cela donne donc à la partie connue de toute cette zone une longueur totale de 320 km.

On ne possède plus aucun renseignement géologique à partir gisement le plus septentrional (Dogoussa) jusqu'au Niger, où l'on trouve des calcaires, qui seraient crétacés (Ansongo, Madjibo[1]) et des grès argileux, non antérieurs au maëstrichtien[2]. Or, bien que le bief Ansongo-Bourrem soit précisément dans le prolongement de l'axe de la plaine de Koro et qu'entre Dogoussa et Gao le pays semble toujours conserver les mêmes caractères géographiques, il serait prématuré de réunir les deux régions, puisque actuellement 260 km. les séparent encore et que la nature des calcaires observés de part et d'autre est entièrement différente.

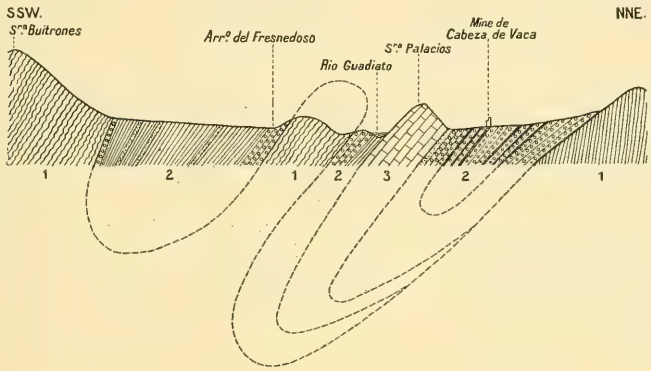
1. M. R. de Lamothe signale une couche de craie à Madjibo, et pense qu'elle marque la continuation du Crétacé du Tilemsi. M. Chudeau a signalé sur les galets non en place à Ansongo des traces de Turitelles (R. Chudeau. Sahara Soudanais, p. 98).

2. On sait que les opinions sont divergentes au sujet de ces grès, non fossilifères qui sont maintenant crétacés pour M. Chudeau, maëstrichtiens pour M. Garde, post-crétacés pour M. R. de Lamothe. Pour ma part, je ne les ai vus que le long du Niger, au Sud de Sansan-Haoussa, et au Dahomey, où ils reposent toujours sur des formations éruptives ou métamorphiques (H. Hubert. La carte géologique du Dahomey. *La Géographie*, XVII, 1908, planche IV).

Note préliminaire sur le bassin houiller de Belmez

par **J. Groth**[1].

Dans la région méridionale de la Meseta espagnole, entre Peñarroya et Cordoue, se trouve une série de bassins houillers dont les couches, dirigées NW.SE., pendent constamment au Sud avec une inclinaison d'environ 60°. Ces bassins sont séparés par des anticlinaux formés de micaschistes, quartzites et schistes anciens dont le pendage varie de 45° à 85° Sud. Ce sont donc des plis déversés vers le Nord par une poussée venue du Sud, les schistes anciens se trouvant déversés au-dessus du Houiller.



Coupe du bassin au SE. de Belmez. — 1/90 000 env.
1, Micaschites et schistes anciens; 2, Schistes, grès et poudingues du Culm; 3, Calcaire carbonifère.

Les bassins houillers sont formés de conglomérats du Culm, de grès, de schistes et de couches de houille avec *Nevropteris*, *Stigmaria*, etc. Dans le bassin de Belmez, on rencontre une bande de calcaire compact à Encrines et *Productus*. Elle se dédouble souvent en deux bandes parallèles formant un synclinal secondaire.

Nous n'avons pu étudier que la région nord, entre Peñarroya et Espiel, de ce dernier bassin, le plus important de tous au point de vue industriel.

Il est limité au Sud par un anticlinal de micaschites où l'examen microscopique que M. Louis Gentil a bien voulu faire de nos coupes

1. Note présentée à la séance du 20 mars 1911.

a décelé de nombreux grenats. Cet anticlinal qui affleure près des rives du Fresnedoso sépare le bassin de Belmez d'un bassin moins important situé au Sud et où dominent les grès et schistes du Culm. Dans le bassin de Belmez, au contraire, les poudingues du Culm constituent l'élément le plus important. Les galets, bien arrondis, sont des cailloux de quartz, de quartzite ou de micaschiste. Le pendage des poudingues, grès et schistes du bassin est, comme toujours, de 45° à 70° Sud.

Une bande calcaire affleure sur le flanc sud du synclinal, séparée de la bordure par une épaisseur assez faible de schistes, grès et poudingues. Ces couches ne reparaissent pas sur le flanc nord du bassin. Là les poudingues du Culm, presque horizontaux, reposent en discordance angulaire sur les schistes et les phyllades micacés dont D. Lucas Mallada, qui a longuement étudié cette région, fait du Silurien. Il semble qu'il y ait là non pas une transgression mais un accident tectonique. Il expliquerait d'ailleurs ce fait que la bande calcaire de la sierra Palacios n'affleure pas sur le flanc nord du synclinal, les bancs de poudingue, poussés vers le Nord, ayant recouvert les couches de base.

En somme cette région de la Meseta, d'ailleurs très voisine de la bordure, a subi une poussée venue du Sud. On n'en retrouve pas de traces plus au Nord dans les plis siluriens des provinces de Ciudad Real et de Badajoz qui sont des synclinaux réguliers. Cependant elle se traduit sur la route d'Almaden à Almadenejos, près du Valdeazogues, par la disparition du Silurien moyen et supérieur amenant les grès devoniens à *Pleurodictyum* au contact du Grès armoricain.

Il nous reste à mentionner l'existence, entre les bassins houillers au Sud et le synclinal devonien de Guadalmez au Nord, d'une vaste région de Sierras dont le sous-sol est formé de schistes souvent ardoisiers dans les vallées, de grès et de quartzites sur les crêtes. Ces couches forment des ondulations que l'absence de fossiles et de points de repère, la rareté des affleurements, ne permettent pas de suivre en détail.

Le seul vestige organique que nous y ayons rencontré consiste en empreintes végétales indéterminables dans les grès de la route de Villanueva del Duque à Espiel entre les km. 60 et 61. D'après la Carte géologique d'Espagne, il y aurait là du Cambrien, du Silurien et du Devonien. Nous pouvons seulement affirmer actuellement qu'il s'agit de couches précarbonifères [1].

1. Nous prions les Directeurs et Ingénieurs de la Société minière de Peñarroya d'agréer nos sincères remerciements pour les nombreux renseignements qu'ils nous ont donnés au cours de nos recherches.

Sur la Tectonique de la partie occidentale de la chaîne des Pyrénées

par **E. Fournier**[1].

La publication récente de la Feuille de Mauléon[2] vient d'attirer à nouveau l'attention des tectoniciens sur cette intéressante région où, comme nous nous sommes efforcé de le démontrer dans nos travaux précédents[3], on peut trouver des arguments décisifs contre l'hypothèse des grandes nappes.

Il est d'autant plus opportun de résumer ici ces arguments, en les appuyant sur de nouvelles observations, que M. Léon Bertrand, dans sa note du 20 février 1911 à l'Académie des Sciences, se base sur les relevés de la Feuille de Mauléon, pour interpréter comme nappe, le plus important et le plus indiscutable des plis enracinés sur place que M. Carez et moi avons constaté sur ladite feuille.

Avant d'entrer dans la discussion détaillée de la structure de la grande zone plissée formée par les massifs de Mendibelza-Igounce, qu'il me soit permis de constater, avec satisfaction, que M. Léon Bertrand admet maintenant comme indiscutable le *chevauchement de toute cette zone vers le Sud*, notion tectonique de première importance, qui fut, comme on le sait, naguère si vivement discutée.

C'est avec une satisfaction non moins légitime que je constate que, dans sa note, il ne revient pas sur la question des massifs *triasiques* et *jurassiques* situés dans la *zone du Flysch crétacé* (massifs de Suhescun, Iholdy, Armendarits, etc.). C'est pourtant avec ces massifs triasiques que, sur la Feuille de Bayonne, il avait jadis constitué ses premières nappes nord-pyréennes[4]. Sur toute la Feuille de Mauléon, il est visible et *directement constatable*, sans interprétation différente possible, que

1. Note présentée à la séance du 20 mars 1911.

2. Feuille de Mauléon. *Carte géol. de la France*, n° 239 ; janvier 1911, Carez et Fournier.

3. E. Fournier. *B. S. G. F.*, (4), V, 1905, p. 699, et *id.*, (4), VII, 1907, p. 138. *Bull. Service Carte géol.*, n° 121. Voir également Carez, *B. S. G. F.*, (4), X, 1910, p. 73, p. 425 et suiv.

4. Léon Bertrand. *B. S. G. F.*, (4), II, 1902, p. 83 et *CR. Ac. Sc.*, CXXX, p. 736, 25 juin 1900. Voir aussi à ce sujet la réfutation de cette hypothèse par M. Seunes. *B. S. G. F.*, (4), III, 1903, p. 226.

ces massifs pointent *sous* le Flysch crétacé, dont ils sont le plus souvent séparés par une succession jurassique normale fossilifère [1].

Enfin, M. Léon Bertrand reconnaît, comme l'a déjà fait M. Carez, à la suite de la Réunion extraordinaire de 1906, que « le « Crétacé supérieur du régime méridional » (Calcaires des Eaux-Chaudes et Calcaires des Cañons) est « directement transgressif sur le Primaire ».

L'accord étant établi sur ces trois points principaux, on voit combien se trouve réduite la distance qui séparait il y a quelques années l'interprétation que je propose de cette zone des Pyrénées de celle qui, à ce moment, était admise par les partisans de l'hypothèse des nappes et qui comportait précisément ces trois points principaux : 1° Progression des nappes charriées vers le Nord ; 2° Interprétation de tous les lambeaux et lames triasiques de la zone du Flysch crétacé comme témoins de nappes charriées venant du Sud ; 3° Charriage de tout le Crétacé supérieur du régime méridional à la surface des granites et du Paléozoïque.

Le terrain étant déblayé de ces trois hypothèses aujourd'hui abandonnées par leurs promoteurs eux-mêmes, la discussion de la structure de la zone plissée de Mendibelza-Igounce va se trouver singulièrement simplifiée.

Pour démontrer que ce massif n'est pas enraciné *in situ*, M. Léon Bertrand insiste d'abord sur la bande triasique continue qui affleure au NNW. de Larrau et qu'il considère comme faisant partie du substratum du massif qui serait charrié et au milieu duquel elle formerait une sorte de fenêtre. Or, le Trias en question, non seulement ne plonge pas sous les terrains constituant les massifs primaires limitrophes, mais il leur est partout superposé, aussi bien dans la partie méridionale que dans la partie septentrionale de la bande.

On peut constater très nettement cette superposition, d'abord sur toute la bordure du Dévonien de Larrau, ce qui est déjà absolument incompatible avec la conception de M. Léon Bertrand, et ensuite sur le Primaire et le Carbonifère, notamment au confluent du torrent d'Etcheberrygaray avec le Gave de Larrau, où il forme un synclinal à charnière visible englobant de l'Infralias et du Lias, plus loin encore, à Elichabe et sur la bordure est du massif de Guerrendoy, où il repose sur le Carbonifère ; plus au Nord encore, sur tout le versant est du massif des Escaliers où il repose sur le Poudingue permien [2].

1. Voir notamment la coupe que j'ai donnée ici-même du lambeau d'Iholdy. *B. S. G. F.*, (4), VII, 1907, p. 154, fig. 22.

2. Voir les coupes 10, 12, 13. *B. S. G. F.*, (4), V, 1905, p. 716 et suiv.

Dans toute cette région, le Trias apparaît donc comme formant un synclinal transgressif sur les terrains anciens et se reliant, sans discontinuité, au flanc septentrional du pli qui est normal sur la plus grande partie de son étendue. Ce n'est que dans la partie de cet affleurement triasique qui forme la bordure est du massif dévonien de Larrau, que l'on voit en certains points le Trias se redresser, et même, en approchant du col des Croix, se renverser sous le Permien. La façon progressive dont s'accentue ce renversement est bien la preuve que la bande de Trias en question, localement effondrée au Nord de Larrau, établit la continuité entre le flanc normal et le flanc renversé de la zone plissée occupée par le Paléozoïque. C'est aussi cette raison qui me fait considérer comme improbable l'hypothèse que j'avais été sur le point d'envisager naguère et qui consisterait à interpréter ce Trias comme une partie avancée du flanc normal qui aurait progressé par chevauchement sur le substratum, plus loin que

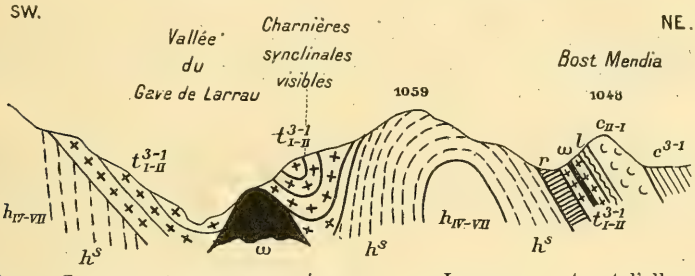


Fig. 1. — Coupe a travers la vallée du gave de Larrau, montrant l'allure synclinale et discordante du Trias superposé au Paléozoïque. — 1/75000 environ. h_{IV-VII}, Dinantien ; h^s, Carbonifère supérieur ; r, Permien t^{3-1}_{I-II}, Trias ; l, Lias et Jurassique ; c_{II-I}, Calcaires à *Toucasia* ; c^{1-} Albien ; ω, Ophite.

l'ensemble des masses secondaires septentrionales qui lui sont superposées. Cette hypothèse serait pourtant assez séduisante, car elle permettrait d'établir une sorte de parallélisme entre cette transgression du Trias, qui serait alors d'ordre tectonique, et le chevauchement vers le Sud, réalisé plus à l'Est par la série secondaire du Pic de Bergon (Feuille d'Urdos) issue de la série normale du Pic de Lauriolle (Feuille de Mauléon). Mais pour donner un appui à cette hypothèse, il faudrait trouver, dans la bande triasique, une discontinuité entre la partie provenant du flanc normal et celle qui, plus à l'Est, s'enfonce sous le Permien. De plus, cette conception ne serait pas de nature à faciliter l'interprétation du grand affleurement de Dévonien inférieur de Larrau. Quelle que soit d'ailleurs, l'interprétation acceptée, ce qui demeure hors de doute, c'est que le Trias en question (fig. 1) n'est pas le fond d'une fenêtre découpée dans une masse de recouvrement.

L'examen détaillé de la rive gauche du Gave de Lourdios est non moins défavorable à l'hypothèse d'une nappe sans racines locales. Au Pas des Cheminées, le poudingue permien forme un anticlinal normal à charnières visibles. Depuis le massif de la Rote et Layens, tout le flanc septentrional du massif primaire ne cesse d'ailleurs de plonger sous une couverture secondaire absolument normale, appartenant au faciès du régime nord (calcaires

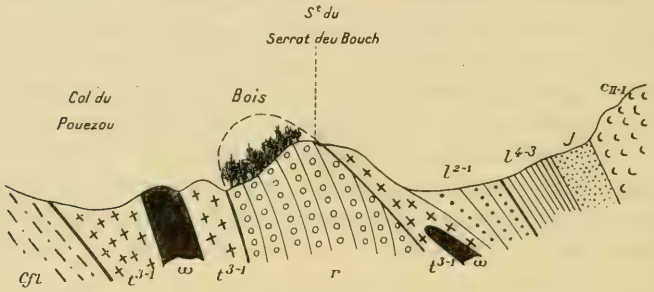


Fig. 2. — Coupe par le Serrot deu Bouch. — 1/80 000.
r, Poudingue permien et permo-triasique ; t^{3-1}, Trias ; ω, Ophite ; l^{2-1}, Sinémurien ; l^{3-4}, Lias moyen et sup., J, Dolomies Jurassiques ; c_{II-I}, Calcaires à *Toucasia* ; *Cfl*, Flysch crétacé.

à *Toucasia*, etc. [1]. Le Serrot deu Bouch ne forme pas davantage un chapeau superposé au Trias, mais bien un piton presque vertical faisant hernie au milieu des couches triasiques qui le recouvrent manifestement sur trois au moins de ses faces, comme le montre la figure ci-dessus (fig. 2).

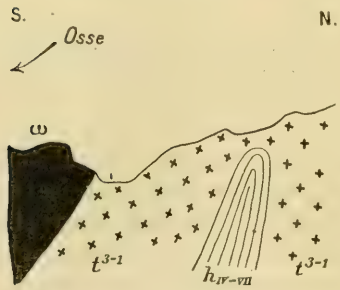


Fig. 3. — Coupe a l'Ouest de Bédous. — 1/40 000.
Même légende.

Le petit lambeau carbonifère à l'Ouest de Bédons, non seulement n'est pas en recouvrement, mais apparaît dans le noyau d'un petit anticlinal fermé comme on peut le voir dans la figure 3.

Le massif entre Béost et Aste est également entouré complètement, vers l'Ouest, d'une couverture sédimentaire qui le recouvre normalement et s'enracine non seulement vers l'Est, sur la Feuille de Tarbes, mais, non moins nettement, sur place, sur la Feuille de Mauléon. Il suffira à M. Léon Bertrand, qui déclare d'ailleurs n'être pas allé sur le terrain, de se rendre compte de visu de tous

1. Voir les coupes que j'ai données figures 1,2 et 3. *Bull. Carte géol.*, *Fr.* n° 121, p. 40 et suiv.

ces faits, qui sont indiscutables, pour reconnaitre la nécessité de modifier son interprétation : j'ai été surpris de le voir élaborer, par simple inspection d'une carte qui venait de paraître il y avait quelques jours seulement, une interprétation presque diamétralement opposée à celle que sept ans de consciencieuses recherches sur le terrain avaient permis à M. Carez et à moi de proposer, *sans qu'il ait eu, pour appuyer son interprétation nouvelle, d'autres documents que ceux* qu'il a puisés dans nos travaux eux-mêmes.

On peut d'ailleurs trouver dans l'exposé même des vues de M. Léon Bertrand des arguments directs pour les réfuter. En effet, il admet, avec raison, comme bien démontré, que le faciès du Poudingue permien de Mendibelza est un faciès extrêmement local : en effet, sur la Feuille de Mauléon, on ne le trouve déjà plus dans le Permien d'Hosta, ni dans celui des environs de Bédous. Il fait également défaut sur toute la Feuille d'Urdos, sauf dans les lambeaux de recouvrement de la lisière nord ; enfin, sur Saint-Jean-Pied-de-Port, on ne le trouve que dans la vallée de la Nive. Or, le massif de Mendibelza-Igounce et *tous les lambeaux de recouvrement qui en dépendent* sont constitués, en *immense majorité*, par ledit Poudingue.

Comme il suffit de s'éloigner de 15 à 20 km. vers le Nord ou vers le Sud pour ne plus trouver ce faciès et qu'il n'existe d'ailleurs en aucun autre point des Pyrénées, ni de l'Espagne, il est facile d'en conclure que les massifs où on le rencontre sont rigoureusement autochtones et que les charriages ne dépassent pas en amplitude 15 à 20 km. au maximum, ce chiffre correspondant à l'extension transversale maximum de ce faciès.

Enfin, M. Léon Bertrand conclut que la nappe primaire ne peut venir *ni du Nord, ni du Sud* ; comme d'autre part toute sa discussion a pour but de démontrer qu'elle n'est pas enracinée sur place, j'avoue que sa conclusion m'étonne. Si l'enracinement a lieu au-dessous de l'emplacement actuel des nappes, je comprends de moins en moins l'idée qu'il faudrait dégager de cette conclusion, d'autant plus que le Trias au Nord de Larrau, étant, dans cette hypothèse, une fenêtre, ou, plus exactement, une bande d'interruption complète de la masse charriée, cette interruption devrait laisser voir la zone de discontinuité par laquelle la nappe aurait émergé du substratum, dans lequel serait en ce cas la *zone des racines*[1].

1. Cette note était déjà déposée lorsque, dans les *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* du 6 mars 1911, M. Léon Bertrand a publié une nouvelle coupe où, pour expliquer cette structure, il admet un premier empilement vers le Nord, auquel il superpose un deuxième empilement vers le Sud, un troisième vers le Nord et enfin un champignon doublement déversé dans l'ensemble des nappes (repli B') (*Note ajoutée pendant l'impression*).

Au Nord de la zone primaire, se détache aux environs d'Atherey, Etchebar, Haux, Montory, un curieux massif constitué par du Trias du Jurassique et de l'Infracrétacé appartenant au faciès du flanc nord (calcaires à *Toucasia*). Plus à l'Est, un massif identique est constitué par le pic d'Arguibele, de Pène Blanque, etc. M. Carez a considéré ces deux massifs comme des lambeaux de recouvrement venant du Sud. C'est à peu près le seul point important de la structure de la région sur lequel je ne suis pas d'accord avec M. Carez, car je considère ces massifs comme enracinés sur place et déversés vers le Sud[1]; mais il est facile de voir que l'interprétation donnée par M. Carez est, au même titre que la mienne, absolument inconciliable avec l'hypothèse de M. L. Bertrand, puisque M. Carez trouve la racine de ces lambeaux dans le flanc nord de la masse que M. L. Bertrand considère comme non enracinée. Les affleurements triasiques et liasiques d'Etchebar, du Lechancumendy, de Haux, d'Arguibele, de Pène Blanque,

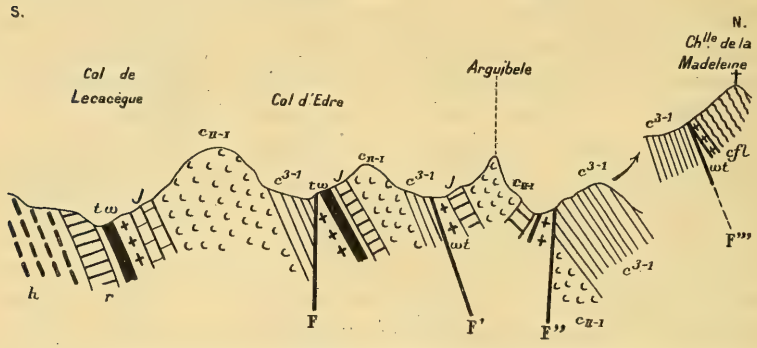


Fig. 4. — Schéma des compartiments disloqués du flanc septentrional (bordure secondaire) de l'aire anticlinale. — 1/70 000 env.
F, F', F'', F''', failles; *h*, Carbonifère; *r*, Permien; *tω*, Trias avec ophite; *J*, Lias et Jurassique; c_{II-1}, Calcaire à *Toucasia*; c^{3-1}, Schistes noirs albiens; C*fl*, Flysch crétacé. Au second plan, à droite, la chapelle de la Madeleine, située dans un plan à l'Ouest de la coupe principale.

ainsi que ceux du col d'Edre et de la chapelle de la Madeleine près Tardets, qui ont été omis sur la Feuille de Mauléon, sont pour moi simplement dus à des failles qui ont morcelé la série du flanc septentrional de l'aire anticlinale. Ces failles ont servi de plans de poussée, le long desquels les compartiments fracturés de ce flanc normal ont chevauché les unes sur les autres comme le montre la figure ci-dessus[2]. La direction du chevau-

1. C'est le repli B' de la nouvelle coupe de M. Léon Bertrand (*Note ajoutée pendant l'impression*).

2. Voir également: *B. S. G. F.*, (4), V, 1905, p. 717, fig. 6 et *Bull. Serv. Carte géol., Fr.* n° 121, fig. 3 et fig. 4.

chement est variable suivant les points observés, mais le chevauchement vers le Sud parait prédominant. Quant à l'allure de l'Albien et, plus au Nord, du Flysch crétacé par rapport à ces affleurements triasiques, elle s'explique aisément par la transgressivité de ces étages. C'est à la même transgressivité qu'est dû, dans le Nord de la Feuille, le contact direct du Trias et du Flysch crétacé, près d'Iholdy et sur la bordure du Labourd. Près d'Iholdy, le Trias est d'ailleurs séparé du Flysch par une large bande très fossilifère de Toarcien et de Bajocien, s'étendant sur plus de 5 km. au Nord des lettres *ldy* d'Iholdy et jusqu'au Nord d'Armendarits. Cette bande, que j'avais signalée dès 1907[1], a été omise sur la Feuille de Mauléon.

La structure de la Feuille de Mauléon peut donc se résumer de la façon suivante : la partie septentrionale de la Feuille est occupée par les terrains tertiaires et le Flysch crétacé. Au sein des affleurements du Flysch crétacé, on voit, de distance en distance, apparaître des dômes de Trias et d'Ophite souvent séparés du Flysch crétacé par des affleurements normaux et fossilifères de Lias, de Jurassique et d'Albien, parfois même de calcaires à *Horiopleura*. Dans toute cette région septentrionale, la série sédimentaire est caractérisée par de nombreuses lacunes de sédimentation et ne comprend, comme éléments à peu près constants, que le Trias, le Lias, l'Albien et le Flysch crétacé. Encore l'Albien et le Lias font-ils fréquemment défaut.

Plus au Sud, l'Albien repose sur une série normale comprenant : calcaires à *Horiopleura*, calcaires à *Toucasia*, Jurassique, Lias et Trias. C'est le flanc septentrional généralement normal, de l'aire anticlinale paléozoïque : c'est la série que M. L. Bertrand assimile à sa nappe B.

Quant à l'aire anticlinale paléozoïque, elle renferme un peu de Silurien (Saint-Engrâce), du Devonien, du Dinantien et du Houiller, du Permien, et, en discordance, quelques lambeaux de calcaires cénomaniens. Ce serait, pour M. L. Bertrand, sa nappe C. Or, il est bon de remarquer que cette prétendue nappe C est constamment charriée *vers le Sud* sur du Trias à ophites, mais jamais sur du Lias du Jurassique ou de l'Infracrétacé de la série B.

D'autre part, dans les Pyrénées de l'Ariège, M. L. Bertrand admet que les nappes viennent du Sud. Alors, *la nappe C*, qui est la plus élevée, a forcément une racine *plus méridionale* que celle de la *nappe B*, à laquelle elle est superposée. Un changement

1. *B. S. G. F.*, (4), VII, 1907, p. 154, fig. 22.

dans le sens du déversement ne saurait changer l'ordre relatif des racines. La racine de la nappe C devrait donc se trouver aussi, sur la Feuille de Mauléon, *au Sud de la racine de la nappe* B. Mais puisque, dans l'hypothèse de M. Léon Bertrand, le Trias formerait le substratum de la nappe C qu'il envelopperait complètement, la nappe C aurait passé *sur la nappe* B. Et puisqu'au Sud on est, M. Léon Bertrand le dit lui-même, en plein *régime méridional*, ce n'est qu'*au Nord de la nappe* B que l'on pourrait chercher la racine de la nappe C. Et alors la racine de la nappe C serait plus septentrionale que celle de la nappe B, ce qui est contraire à l'hypothèse de M. L. Bertrand [1].

Il faut remarquer en outre qu'il existe, dans la prétendue nappe B, une immense et profonde découpure, celle de Hosta et de la Bidouze. Or, cette découpure, au lieu de former une fenêtre, mettant à jour le substratum plus récent de la nappe B, amène au contraire l'affleurement d'une série normale plus ancienne: Jurassique, Trias, Permien et Houiller et, ce qu'il y a de plus typique, c'est que le Houiller et surtout le Permien, *présentent un faciès absolument différent de celui de la prétendue nappe* C et absolument *identique* à celui de la partie *la plus incontestablement normale de la Feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port.*

De même, dans le massif de Mendibelza-Igounce, des découpures beaucoup plus profondes que celle où affleure le Trias de Larrau n'ont jamais mis à jour de terrains plus récents que le Permien et le Carbonifère ; telles sont par exemple les coupures de Larrau à Licq ; celles du torrent de Saint-Engrâce, du Val d'Arrette, du Vert de Barlanès. Le front méridional de la masse anticlinale enracinée de Mendibelza-Igounce chevauche partout sur le Flysch crétacé de la Haute-chaîne, dont elle est séparée, d'une façon assez constante, par une lame du Trias et sur lequel elle envoie de nombreux promontoires et lambeaux de recouvrement. Sous l'influence de cette poussée, le Flysch crétacé lui-même s'est violemment plissé, parfois même, il s'est décollé de son substratum qui est le Calcaire crétacé des Cañons, reposant lui-même en discordance sédimentaire sur le Carbonifère (Khakhouète) ou sur le granite (Eaux-chaudes). Dans cette progression en avant, l'aire anticlinale a entraîné, dans sa marche, son flanc normal (nappe B de M. Léon Bertrand) dont quelques parties avancées (Pic de Bergon) ont progressé loin vers le Sud. Des mouvements de retombée ont suivi cette progression, déter-

1. Voir dans la note de la page 89 la complexité de l'interprétation que l'on serait obligé d'admettre pour résoudre cette difficulté.

minant, dans la bordure septentrionale secondaire, quelques déversements vers le Nord (Layens) et des failles de chevauchement,

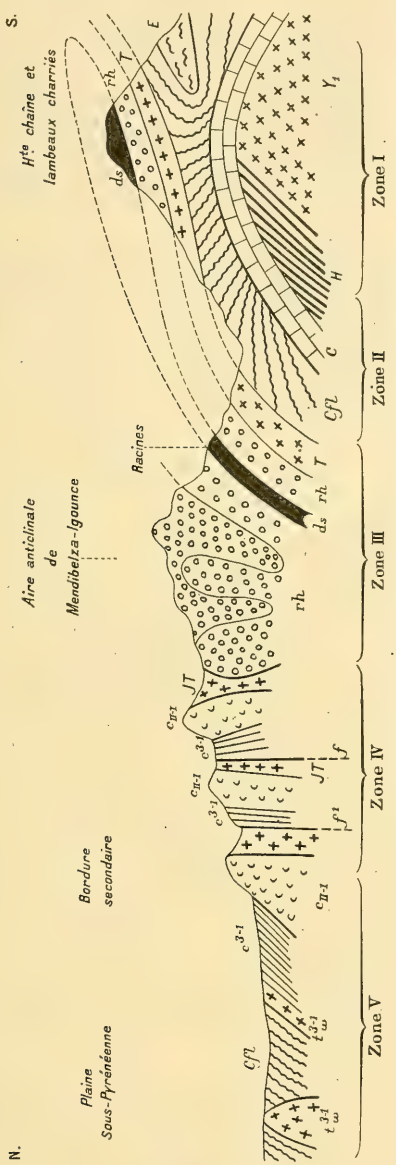


FIG. 5. — COUPE SCHÉMATIQUE PAR LE MASSIF DE MANDIBELZA-IGOUNCE.

Zone I, Substratum dépendant de la zone centrale ; γ_1, Granites ; *H*, Carbonifère. — *Zone* II, Crétacé et Eocène de la Haute chaîne ; *C*, Calcaires turoniens et sénoniens des Eaux-Chaudes et des Cabons ; *Cfl*, Flysch et Crétacé supérieur (Sénonien et Danien) plissé et souvent décollé de son substratum (*C*) ; *E*, Eocène. — *Zone* III, Lambeaux primaires charriés vers le Sud et massif de Mendibelza-Igounce ; *ds*, Silurien et Devonien ; *rh*, Poudingue permien, Carbonifère et Cénomanien à Caprinés ; *T*, Trias — *Zone* IV, Bordure secondaire souvent faillée, parfois déversée au Nord ; *JT*, Trias, Lias et Jurassique ; c_{II-1}. Calcaires à *Toucasia* ; c^{2-1}, Albien — *Zone* V, Plaine sous-pyrénéenne ; $t^{3-1}\omega$, Trias et ophite parfois entouré de Lias et Jurassique ; *Cfl*, Flysch crétacé avec quelques pointements d'Albien et de calcaires à *Toucasia* ; *f*, f_1, Failles.

Haux, Arguibele, Eretçu, etc. qui ont ramené l'affleurement du Trias et du Jurassique en certains points du flanc normal avec

déversements en sens variable : la figure ci-dessus résume d'une façon schématique cette structure.

La région des Pyrénées orientales et des Pyrénées de l'Ariège étant celle qui a servi de point de départ à M. Léon Bertrand, pour l'établissement des nappes qu'il a essayé d'identifier avec les zones plissées de la Feuille de Mauléon, il est utile de résumer ici quelques observations que j'ai faites sur le terrain dans cette région et qui me permettent d'en concevoir, sur certains points essentiels au moins, la structure d'une façon tout à fait différente.

Et tout d'abord, puisque M. L. Bertrand assimile les massifs de Mendibelza-Igounce à sa nappe C, nous essayerons de préciser la position tectonique de cette nappe C et ses relations avec les nappes inférieures B, A, Z. La Feuille de Quillan et la partie orientale de la Feuille de Foix comprennent les régions sur lesquelles la discussion peut être le mieux précisée, puisque c'est cette région qui a été étudiée avec le plus de détail par M. L. Bertrand, dans son très intéressant travail sur l'histoire des Pyrénées orientales et centrales (*Bull. Services Carte géol.*, n° 118). C'est d'ailleurs sur la feuille de Quillan, dans le Massif au Nord de Belesta-la-Frontière (Cassagnes, Saint-Martin, Vivier) et dans les massifs de Salvezines et de Bessèdes, que l'on peut le mieux analyser la genèse de l'idée des nappes en discussion.

Pour M. Léon Bertrand, le massif de Trévillach-Montalba est déversé vers le Sud et enraciné sur place : nous commencerons par mettre de côté ce point, qui est le seul sur l'interprétation duquel nous soyons pleinement d'accord avec lui.

Par contre, pour lui, non seulement les terrains secondaires de bordure de ce massif forment une nappe charriée, nappe A, mais les terrains de ce massif lui-même sont l'origine d'une seconde nappe, nappe B, entièrement superposée à l'Albien et aux terrains secondaires qui l'accompagnent. Tandis que les formations de la nappe A, trouveraient, vraisemblablement, dans cette hypothèse, leur racine sous le massif de Trevilhac, les terrains anciens de la nappe B trouveraient, sans aucun doute, la leur dans le massif de Trevillach lui-même (zone centrale) sur l'origine autochtone de laquelle nous sommes d'accord.

Or, si l'on suit, du côté de l'Ouest, le massif de Cassagne-Vivier-Saint-Martin, on le voit plonger normalement sous les calcaires secondaires marmorisés *Clm*, qui sont vraisemblablement, comme l'admet M. L. Bertrand, du Jurassique et surtout de l'Infracrétacé, plus ou moins métamorphisé par des roches basiques. Or, le massif de Salvezines étant visiblement entouré et recou-

vert par lesdits calcaires marmorisés, fait partie de la nappe B : par suite le massif de Bessède, superposé sur tout son pourtour aux mêmes calcaires, ne peut faire partie que d'une nappe indépendante et supérieure à la nappe B et ayant sa racine par conséquent plus au Sud. M. Léon Bertrand, se laissant entraîner par la logique de cette déduction inéluctable, en a fait sa nappe C. Nous voici donc bien fixés sur la position relative et l'origine des nappes A, B et C. Mais une objection se pose immédiatement à l'esprit, à la première inspection de la carte. Les deux massifs, de Bessèdes et de Salvezines, sont, non seulement absolument identiques au point de vue de la nature des couches archéennes et primaires qui les constituent, mais même, au point de vue de leur agencement tectonique relatif, à tel point que si l'on supposait le sol débarrassé des calcaires marmoréens et de l'Albien on n'aurait pas grand effort d'imagination à faire pour les supposer en continuité directe. Or, dans le développement de son hypothèse M. L. Bertrand a été amené à mettre l'un de ces deux massifs identiques dans la nappe B et l'autre dans la nappe C. Ce qu'il y a de plus troublant encore, c'est que, à part les roches éruptives et les terrains archéens, aucun des terrains constituants des nappes B et C n'existe avec son faciès dans la zone des racines.

En outre, dans cette interprétation, les bandes albiennes de Pezilla, Fosse, Prugnanes, Axat, etc., sont des fenêtres découpées dans les nappes. Or rien, ni dans la topographie ni dans la structure, ne justifie cette interprétation. Dans la bande de Pézilla-Boucheville notamment, l'Albien monte jusqu'à 1314 m. dans le signal Naou, tandis que les granites, granulites et gneiss sont à 658 seulement à Rabouillet, sur la bordure sud de l'Albien, et à 446 seulement, près de Las Bordes, au SW. de Fenouillet, dans la nappe B. Les mêmes formations ne sont d'ailleurs qu'à 941 à Bessèdes, dans la nappe C, qui serait pourtant séparée de l'Albien par toute la nappe B.

S'il n'y avait à faire valoir que ces considérations topographiques, l'argument pourrait paraître insuffisant, car il est évident que les surfaces de séparation des nappes pourraient présenter des inflexions, qui, par une contradiction bizarre, seraient convexes au-dessus de tous les synclinaux et concaves au-dessous de tous les anticlinaux. Mais l'allure de l'Albien, dans toutes les prétendues fenêtres, est nettement contradictoire avec l'hypothèse d'une nappe.

En effet, si ces fenêtres avaient une existence réelle, l'allure de l'Albien devrait être absolument indépendante de l'allure de leurs contours et de la disposition des calcaires marmorisés. Or, non seulement il n'en est rien, mais même, par un hasard singu-

lier, on voit reparaître sur tout le pourtour desdites fenêtres des affleurements très disloqués de calcaires à *Toucasia* et même parfois de formations plus anciennes. De plus, lorsque l'allure de cet Albien est très plissée, on ne voit jamais les plis s'enfoncer sous les calcaires de la bordure, sur lesquels ils se moulent, au contraire, toujours fidèlement.

Il suffit d'ailleurs de suivre vers l'Est la principale de ces bandes albiennes, celle de Saint-Paul de Fenouillet, pour voir nettement que l'on n'a pas affaire à une fenêtre. En effet dans la région de Tautavel et Vingrau (Feuille de Perpignan) on voit très nettement que seule la bordure sud est renversée, sur environ 1500 à 2000 m. comme l'a monté M. Depéret. Non seulement le flanc nord est normal mais, plus au Nord, sur la bordure des Corbières, on ne revoit plus trace d'Albien sous les calcaires à *Toucasia* qui reposent normalement sur le Jurassique. Il en est de même à l'Est vers Fitou. Le bassin aptien d'Opoul se présente également au milieu des calcaires à *Toucasia* comme un synclinal et non comme une fenêtre. Il est accompagné de plusieurs autres bassins fermés non moins typiques qui absorbent toutes les eaux de la région. Une partie de ces eaux ressort dans la résurgence, au Nord-Est de Salses, connue sous le nom de source de la Rigole. Tous ces bassins, enclavés dans les calcaires à *Toucasia*, sont tout à fait comparables aux bassins d'effondrement du Jura (Rozet-Fluans) et de la Basse-Provence (Carpiagne, Nerthe, etc.) et, pas plus que ces derniers, ne peuvent être interprétés comme des fenêtres.

Il ne faut pas oublier que la continuité de l'Albien se poursuit sur tout le versant nord des Pyrénées, et que, dans les Pyrénées occidentales par exemple, on trouve un équivalent de cette bande dans le Gault de Tardets.

Mais, ce qui va jeter encore un jour plus net sur la structure de la région, c'est l'étude des couches que l'on voit sortir de sous la nappe A et qui forment la nappe Z de M. Léon Bertrand. On peut observer une coupe très remarquable de cette nappe entre Belfort et Puivert et aux environs de Belesta. Au Nord de Belfort, sur la bordure méridionale de la forêt de Picaussel, l'Albien repose directement sur les calcaires à *Toucasia*. Or, plus au Nord, ces calcaires à *Toucasia*, depuis Belesta jusqu'au Nord de Quillan, sont en contact direct avec l'Éocène, auquel ils sont parfois superposés et dont ils sont parfois séparés par des lambeaux de dolomies jurassiques et de Trias. Cet ensemble, dans lequel vient s'intercaler plus à l'Ouest du Cénomanien, constitue la nappe Z de M. Léon Bertrand.

Or, j'ai été amené à faire récemment sur cette région quelques observations qui prouvent d'une façon péremptoire que cette série est enracinée sur place.

Au Sud de l'Escale, Feuille de Quillan, il existe une grotte assez importante creusée dans les calcaires à *Toucasia*, à leur limite avec l'Éocène : cette grotte à double entrée était la résurgence quaternaire des eaux du ravin du Blau et, à l'intérieur, on retrouve le cours souterrain. M. E.-A. Martel, en compagnie de qui j'ai exploré cette intéressante cavité, en donnera ailleurs une description hydrologique complète : je ne veux noter ici qu'un fait qui est du plus haut intérêt au point de vue géologique, c'est que, quand nous avons voulu rechercher la résurgence permanente des eaux, nous avons été obligés de descendre plus de

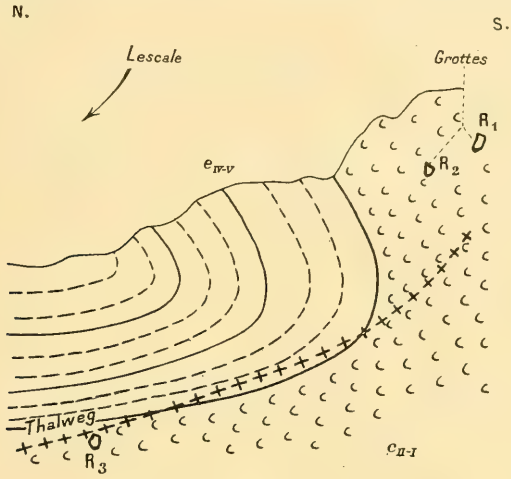


Fig. 6. — Coupe au Sud de l'Escale. — 1/30 000 env.
e_{IV-V}, Eocène ; c_{II-I}, Calcaires à *Toucasia* ; R_1, R_2 R_3, Résurgences sucessives des eaux.

1 km. le thalweg issu de la résurgence ancienne et que nous avons pu constater que, presque partout dans ce thalweg, l'érosion avait mis le calcaire à *Toucasia* à nu sous l'Éocène ainsi que le montre le schéma ci-dessus.

La situation relative de ces deux terrains est donc absolument normale et l'Éocène forme là un synclinal et non le substratum d'une nappe.

Sur la route située un peu à l'Ouest et qui mène au col du Chandelier et à la forêt de Picaussel, on voit d'ailleurs le Lias et le Trias, relevés presque à la verticale, former un anticlinal sous les calcaires à *Toucasia*.

Plus à l'Ouest encore, non seulement tous les gouffres situés dans la falaise de l'Homme-mort descendent très profondément dans les calcaires à *Toucasia*, *sans jamais atteindre l'Eocène*, mais encore, on trouve souvent, entre ces deux terrains, une bande de Jurassique, à stratification souvent verticale, et aussi, en plusieurs points, d'importants affleurements daniens renversés, qui ont été omis sur la carte.

Près de Paillasse, les Dolomies et les calcaires du Bajocien affleurent dans un bas-fond à un niveau topographique bien inférieur à celui de la limite supérieure de l'Éocène. Or, dans ce Bajocien, qui est subhorizontal, j'ai pu effectuer la descente d'un gouffre de plus de 80 m. de profondeur qui *non seulement n'a pas atteint l'Éocène, mais est arrivé jusqu'au Trias.* Le ravin de Rieufourcand, au Sud de Belesta (Feuille de Foix), fournit une coupe des plus remarquables avec charnières anticlinales et synclinales visibles. Ici, les synclinaux sont occupés par le *Cénomanien* en transgression sur les calcaires à *Toucasia.* Je laisse à M. Martel le soin de donner la description speléologique et hydrologique de cette curieuse région que nous avons explorée ensemble ; qu'il me soit seulement permis de dire que l'énigme déjà passablement complexe du régime intermittent de la fameuse fontaine de Fontestorbes, deviendrait absolument insoluble si l'on admettait que les calcaires à *Toucasia* font partie d'une nappe charriée.

J'ajouterai enfin qu'aux environs de Foix, d'Ussat, de Tarascon-sur-Ariège, toutes les observations que j'ai faites *contredisent de la façon la plus formelle l'existence d'un charriage* des massifs granitiques sur le Secondaire et que l'étude hydrologique et l'exploration spéléologique de la région permet de vérifier *de visu* la *non existence* de ce phénomène ; non seulement l'exploration des cavités les plus profondes et les plus étendues du massif secondaire ne nous a jamais amené sous les massifs anciens, mais elle nous a permis de vérifier directement la réalité de leur origine autochtone et de leur enracinement sur place.

Conclusions. — On peut donc conclure que, loin d'apporter une confirmation à l'hypothèse des *nappes pyrénéennes*, tous les faits constatés sur la Feuille de Mauléon *contredisent formellement* cette hypothèse. Le Trias de Larrau, visiblement superposé aux terrains primaires, ne peut être interprété comme formant une fenêtre sous une nappe, qu'en faisant abstraction de tous les plongements et superpositions observables. Le poudingue de Serrot deu Bouch, ainsi que le Carbonifère à l'Ouest de

Bédous, sont en anticlinal *sous* le Trias ; pour ce dernier la charnière est visible et pourrait être photographiée.

Sur les Feuilles de Quillan et de Foix les éléments tectoniques, avec lesquels M. L. Bertrand a constitué ses nappes B et C, ne paraissent pas indépendants les uns des autres. Dans les Pyrénées occidentales, les éléments de la nappe B forment visiblement les deux flancs de l'aire anticlinale qui serait la nappe C.

Beaucoup de particularités de la nappe A sont explicables par l'allure transgressive de l'Albien et par des plis locaux.

Quant à la nappe Z, au moins sur une grande partie des Feuilles de Foix et Quillan, elle est indubitablement enracinée dans le substratum.

Enfin pour identifier les nappes B et C des Pyrénées orientales et centrales avec les zones plissées de la Feuille de Mauléon, on arrive à une antinomie qui consisterait à admettre l'inversion de l'ordre des racines dans les deux régions considérées. De plus, sur la Feuille de Mauléon, on serait dans l'impossibilité absolue de fixer, même approximativement, une position acceptable pour ces racines, ailleurs que dans les massifs eux-mêmes.

Les limites de l'étage aquitanien

I. La question du Calcaire blanc de l'Agenais. — II. Les faunes du Calcaire blanc et du Calcaire gris. — III. Les faunes de l'Aquitanien marin.

par **J. Repelin** [1].

Beaucoup de géologues et, entre autres, Albert de Lapparent, ont accepté de ranger l'étage aquitanien dans le Miocène surtout à cause de sa faune ou plutôt de la faune de sa partie supérieure marine qui présente de grandes affinités avec la faune burdigalienne. Cette manière de voir est discutable, elle est cependant assez facilement acceptée. Mais la plupart des géologues qui admettent cette classification sont tentés de considérer comme une de ses conséquences de faire descendre le calcaire blanc de l'Agenais dans le Stampien supérieur et cela nous semble encore plus difficile à admettre.

Les modifications dans les classifications ont parfois l'avantage d'ouvrir des discussions fécondes et de provoquer de nouvelles recherches. Elles ont, d'autre part, l'inconvénient de jeter un certain trouble dans le monde des géologues et de ne pas présenter, en général, de solutions réellement scientifiques.

L'influence d'une personnalité est parfois décisive pour faire accepter une nouvelle classification par un grand nombre de géologues et cela est très regrettable à mon avis.

Ces changements deviennent si fréquents que ceux qui ne font pas de géologie d'une manière suivie renoncent, bien qu'à regret, à se tenir au courant de tous ces bouleversements et de toute cette terminologie nouvelle. Un peu plus de stabilité serait certainement bien accueillie, en particulier de tous ceux qui, spécialisés en zoologie ou en botanique, ont cependant le plus vif désir de suivre les progrès de la géologie.

Je crains bien qu'il faille ranger au nombre des modifications injustifiées de classification celle qui concerne le calcaire blanc de l'Agenais.

M. G. Dollfus, dans son « Essai sur l'étage aquitanien [2] », donne de nombreuses raisons en faveur du rattachement de l'Aquitanien

1. Note présentée à la séance du 3 avril 1911.
2. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 124, XIX, 1908-1909.

au Miocène et du calcaire blanc de l'Agenais au Stampien supérieur. L'Oligocène ne comprend plus alors que le Sannoisien et le Stampien.

Le calcaire blanc de l'Agenais doit-il être rattaché au Stampien? Telle est la question que je me propose d'examiner ici en discutant les principales raisons invoquées pour justifier cette manière de voir.

I. — *a*) M. Dollfus donne, au début de son travail, un résumé des travaux stratigraphiques depuis Tournouër, Mayer jusqu'à MM. Fallot et Degrange-Touzin. Notre collaboration à cette œuvre lui paraît sans doute négligeable. Il rappelle d'abord la coupe du ruisseau de Saucats, donnée par Mayer, coupe bien peu différente de celle de Tournouër et dont les divers termes aquitaniens forment une série reposant sur le calcaire à Astéries et il remarque immédiatement que Mayer n'a pas compris dans son Aquitanien le calcaire blanc. C'est là pour lui un premier argument. Or cela n'a rien d'étonnant puisque, en fait, le calcaire blanc n'existe plus là à l'état de calcaire mais se trouve remplacé par les argiles et marnes de la base de la série aquitanienne marine[1] et que ces couches aquitaniennes avec intercalations de concrétions calcaires d'origine lacustre reposent, comme le dit M. Dollfus lui-même, sur le calcaire grossier stampien. C'est dans ces concrétions que M. Benoist a trouvé à divers niveaux des fossiles d'eau douce et entre autres *Helix Ramondi*[2]. Et Mayer indique parfaitement ce niveau dans son Aquitanien.

Quant à la succession des assises du Bordelais, donnée par Mayer, si le calcaire blanc de l'Agenais n'y figure pas, c'est aussi, qu'en aucun point de la région qu'il a explorée, on ne le voit affleurer à l'état de calcaire pas plus à Bazas qu'à Mérignac. Cela ne prouve donc rien. On ne s'expliquerait pas d'ailleurs pourquoi Mayer omettrait de citer le calcaire blanc même stampien s'il servait de substratum en un point quelconque de cette région, à sa série aquitanienne.

b) M. Dollfus, se basant ensuite sur les trouvailles de l'abbé Landesque[3], exprime cette opinion que *tous les travaux cartographiques modernes ont abaissé la mollasse de l'Agenais et le*

1. On trouve là *Cerithium calculosum*, *Neritina picta*, *Turritella Desmaresti*, *Cerithium margaritaceum*, etc.

2. M. Dollfus est d'ailleurs en ce point en contradiction avec lui-même puisqu'il signale d'autre part, d'après M. Benoist, *H. Ramondi* dans des calcaires à la base des faluns de Bazas, au moulin de Bernachon. En réalité le fait prouve la liaison intime des dernières traces du calcaire blanc avec les marnes bleues à Cyrènes (voir le diagramme).

3. Landesque. *B. S. G. Fr.*, (3), XVII, 1888, pp. 16, 24, 301, 364.

niveau de la mollasse de Villebramar avec le mélange d'Anthracotherium et de Palæotherium[1] *et l'ont définitivement classée jusque dans le Sannoisien*. Nous ne saurions accepter cette manière de voir. La Mollasse de l'Agenais, constamment supérieure au niveau du calcaire de Castillon, représente l'équivalent latéral du calcaire à Astéries stampien. Sa partie supérieure, même en admettant, comme le voudrait M. Dollfus, que le calcaire blanc soit stampien, ne pourrait jamais être considérée comme appartenant au Sannoisien supérieur mais bien au Stampien moyen (Dollfus) et, pour nous, elle représente tout le Stampien et s'élève jusqu'au Stampien le plus supérieur en certains points (voir le diagramme). D'ailleurs il y a là une grande confusion, car M. Dollfus, dans un tableau des formations de l'Agenais[2], place cette même mollasse de l'Agenais dans le Stampien inférieur. C'est cette tendance, assez peu justifiée, à rabaisser le niveau de la mollasse de l'Agenais qui a contribué en partie à confirmer M. Dollfuss dans son idée de rabaisser également le calcaire blanc de l'Agenais jusque dans le Stampien supérieur.

Le calcairs de Cieurac serait pour lui l'équivalent de toute la mollasse inférieure de l'Agenais. Il est en réalité l'équivalent de toute la mollasse de l'Agenais, elle-même contemporaine du calcaire à Astéries. Les couches à *Helix Ramondi* type viennent régulièrement au-dessus.

c) M. Dollfus invoque ensuite l'autorité de Tournouër pour appuyer sa manière de voir. Or Tournouër s'exprime ainsi[3] : « La période miocène commence avec les premières oscillations du continent émergé à l'époque des meulières de Montmorency et des calcaires blancs lacustres de l'Agenais », et en note au bas de la page : « j'appelle Miocène inférieur les faluns de Bazas et de Saint-Avit (Étage aquitanien de Mayer), mettant en dehors l'étage tongrien de d'Orbigny ». Or Tournouër considérait[4], comme tous les géologues bordelais, (voir diagramme) les premières assises marines de Bazas à Cérithes et à Cyrènes comme probablement contemporaines du calcaire blanc de l'Agenais. Sa phrase n'implique donc pas l'idée que le calcaire blanc doit être considéré comme Stampien, loin de là. Les premières oscillations dont parle Tournouër ont débuté avec les meulières de Montmorency. Ce sont elles qui ont préludé à la formation du lac de Beauce et

1. A ce propos Tournouër indique lui-même qu'il ne peut pas confirmer la présence d'un grand *Palæotherium* signalée par M. Combes. Ce fait est plus que douteux.
2. *Loc. cit. ante*, p. 71.
3. Tournouer. *B. S. G. F.*, (3), I, 1872-1873, p. 209.
4. Id. *B. S. G. F.*, (2), XIX, 1861-1862, p. 1056.

lorsqu'on a créé le terme d'Oligocène on avait justement reconnu la liaison étroite des premières assises de l'ancien Miocène marin avec la partie supérieure de l'ancien Éocène. Tournouër a toujours placé nettement la coupure entre l'Aquitanien et le Tongrien au-dessus des mollasses de l'Agenais[1] à leur limite avec le calcaire qui les surmonte. Ce n'est qu'en 1873 qu'il semble y avoir des doutes exprimés dans son tableau de classification[2].

d) Le Calcaire blanc serait le sommet du cycle stampien de MM. Chaubard et de Raigniac, dit M. Dollfus. La portée de cette raison m'échappe complètement. Dans la partie du bassin où le calcaire blanc est surmonté par le calcaire gris, sans interposition de couches marines, le calcaire gris pourrait de même être considéré comme le sommet du cycle sédimentaire, et cela ne prouverait rien.

e) Il est bien vrai que Raulin[3] paraît considérer, dans son tableau de classification des terrains tertiaires de l'Aquitaine, le calcaire blanc comme se rattachant plutôt à la série des couches sur lesquelles il repose qu'aux assises qui le surmontent (faluns aquitaniens et calcaire gris de l'Agenais). Mais, s'il indique comme Stampien le calcaire à Astéries et le falun de Gaas, il ne désigne pas d'une manière précise le calcaire blanc, situé au-dessus, comme stampien, il n'avait pas, sans doute une opinion bien arrêtée. D'ailleurs l'idée qu'il se faisait de l'horizon du calcaire inférieur de l'Agenais qu'il assimilait à tort, comme Noulet, à ce qu'il appelait le calcaire supérieur de l'Albigeois, était très inexacte. La faune qu'il attribue à ce dernier est, par suite de l'insuffisance des connaissances stratigraphiques de cette région, un mélange de formes éocènes, sannoisiennes et stampiennes et non celle du calcaire blanc. Raulin n'avait pas non plus séparé dans sa faune dite des phosphates de chaux du Quercy, ce qui revenait au Stampien vrai (calcaire de Cieurac) de ce qui était spécial au calcaire tout à fait supérieur du Quercy où l'*Helix Ramondi* type abonde, tandis qu'elle n'existe pas dans le calcaire de Cieurac[4]. Il n'est pas étonnant, dans ces conditions, qu'il ait pu ranger le calcaire blanc dans le Stampien puisqu'il lui attribuait, à tort, une partie de la faune stampienne.

1. Tournouer. *B.S.G.F.*, (2), XXVI, 1868-1869, p. 1016.
2. Dans sa note sur les faluns de Sos et de Gabarret, Tournouër classe en effet avec doute, le calcaire blanc dans le Tongrien. La découverte faite par M. Benoist de l'*Helix Ramondi* dans les dépôts inférieurs de Saucats, inséparables de l'Aquitanien, aurait dû décider Tournouër à revenir plus tard à ses premières idées.
3. Raulin. *B.S.G.F.*, (3), XXVIII, 1900, p. 45.
4. Raulin dit lui-même qu'il doit y avoir une distinction à faire entre les divers gîtes du Quercy.

l) A propos du calcaire blanc de l'Agenais, M. Dollfus rappelle la discussion qui eut lieu entre M. Fallot et moi au sujet de l'Aquitanien de Sainte-Croix-du-Mont. Il me fait dire que j'ai nié l'existence de dépôts d'eau douce aquitaniens[1], dans cette région, au-dessus du calcaire à Astéries. Or on peut lire dans ma note[2] : « A la partie supérieure des argiles à nodules calcaires on trouve des traces du calcaire blanc de l'Agenais ». Je n'ai rien à changer à cette phrase. Il ne s'agissait pas de la région, mais de la butte seulement. D'autres pourront relever la coupe entre le vallon de Verdelais et la cote 97 (voir la Carte géologique et ma note) mais je doute que l'on puisse figurer autre chose d'intéressant que ce que j'ai figuré moi-même. Quant à l'autre partie de la coupe, du côté de l'église de Sainte-Croix-du-Mont, le relevé des affleurements est exactement le même dans les deux coupes successives que j'ai données, l'interprétation seule a changé par suite de la reconnaissance d'une petite faille d'affaissement qui m'avait échappé dans mes premières explorations. J'étais excusable de ne l'avoir pas vue puisque des géologues comme Tournouër, Raulin, tous leurs prédécesseurs, leurs successeurs et M. Fallot lui-même ne l'avaient pas reconnue non plus. Je n'avais pas l'intention de revenir sur cette question. Mais je ne puis accepter l'interprétation que l'on a donnée de cet incident. J'ai si peu nié l'existence de l'Aquitanien que ma coupe figure cet étage à une épaisseur à peu près égale à celle que j'attribue au Stampien. Ma note de 1906 avait pour objet, nettement précisé dans le texte, d'indiquer : 1° que je ne pouvais admettre la présence d'un synclinal des dépôts oligocènes traversant obliquement la région de l'Entre-deux-Mers entre Cadillac et Saint-Macaire ; 2° que je ne pouvais pas admettre davantage la présence de l'Aquitanien à la base des coteaux de Sainte-Croix-du-Mont. Pourrait-on dire aujourd'hui que ces deux opinions peuvent encore se soutenir ? M. Dollfus accepterait-il l'idée d'un golfe aquitanien entre Sainte-Croix-du-Mont et Cazaugitat, idée intimement liée à celle du prétendu synclinal? Assurément non, puisque M. Dollfus a pu lui-même, grâce au tracé des feuilles à 1/80000 de La Réole et de Libourne et aux progrès accomplis dans cette région, publier une carte de l'*affleurement* et de l'extension de l'étage aquitanien marin dans la Gironde où le golfe ne figure plus. Nous ne sommes pas étrangers, M. Vasseur et moi, à ces progrès accomplis et je m'étonne que M. Dollfus nous ait passés sous silence ou cités d'une manière inexacte et incomplète.

1. L'idée de classer le calcaire blanc dans le Stampien n'avait pas encore pris consistance.
2. Repelin. *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 246.

C'est ainsi que le titre de la carte ne fait pas mention du nom de M. Vasseur, ni du mien, non plus que des travaux consultés et en particulier de la Carte géologique à 1/80000. Mais l'utilité de la consultation de cette carte ressort du tracé hypothétique lui-même qui cesse de présenter le caractère d'exactitude désirable aussitôt que l'on atteint la région SE. où les cartes géologiques à 1/80000 font encore défaut. Je dois ajouter encore au sujet de ma note de 1906 que les modifications que j'ai indiquées pour la coupe de Gaillarteau, où la confusion était complète, n'ont pas été discutées. La place du calcaire d'eau douce n'est pas, comme on le croyait, au niveau du hameau dans l'Aquitanien moyen (?), mais immédiatement au-dessous du falun de Bazas.

Quant aux calcaires blancs et gris, leur situation n'a pu être indiquée que très schématiquement sur la Carte géologique aux environs de Sainte-Croix-du-Mont. Il en existe des lambeaux descendus par faille et éboulement en masse jusqu'au bord des prairies de la basse plaine, mais on observe, dans les mêmes points, le calcaire à Astéries à un niveau plus élevé et les vrais affleurements, dans les environs de Violle (voir Tournouër, Raulin, Fallot, etc.) sont à une hauteur bien supérieure, sans doute, à en juger par les débris fossilifères épars aux pieds des escarpements du calcaire marin aquitanien. Le niveau de ces affleurements s'élève du reste encore davantage immédiatement au Nord de Sainte-Croix-du-Mont. Il faudrait pour discuter raisonnablement sur toutes les complications de détail réunies dans cette petite butte, que les objections fussent faites sur le terrain même et, autant que possible, par des personnes connaissant, en détail les coupes de l'Agenais, du Bordelais et du Bazadais.

g) M. Dollfus parle ensuite de la faune de Mammifères recueillie par l'abbé Landesque dans les *calcaires blancs* de l'Agenais à *Helix Ramondi*.

La faune de La Milloque n'est pas dans les calcaires et ne présente pas d'*Helix Ramondi*. Le niveau de ce gisement est encore insuffisamment précisé, on ne peut donc affirmer, stratigraphiquement, que sa faune de Vertébrés est bien au niveau du calcaire blanc à *Helix Ramondi*[1].

h) J'arrive maintenant au calcaire blanc des environs de La Réole, qui, entre parenthèses, se montre à un niveau très élevé

1. M. Stehlin classe la faune de La Milloque dans l'Aquitanien inférieur. *B. S. G. F.*, (4), IX, 1909, p. 488 et suiv.

par rapport au calcaire à Astéries, très bien développé cependant dans cette région. M. Dollfus renvoie à une bonne coupe donnée par M. J. Blayac, en 1906, dans le Compte Rendu des collaborateurs. J'ai vainement cherché cette coupe dans cette publication, en 1906. La succession des assises à La Réole a été établie par Tournouër, précisée sur la Carte à 1/80000 par M. Vasseur et j'ai moi-même tracé les contours de tous les niveaux dans la butte du moulin du Mirail. C'est en 1905[1] que j'eus le plaisir de montrer cette coupe à mon confrère M. Blayac qui ne la connaissait pas. J'ai à ce propos revu la note du Compte Rendu publiée par M. Blayac[2] en 1905 et je remarque dans cette note un détail qui m'avait échappé dans la lecture rapide d'un exposé de faits que je connaissais d'avance. C'est le reproche que me faisait M. Blayac d'avoir failli me refuser à admettre la présence de formations aquitaniennes sur certaines buttes aux environs de La Réole. Il serait, ajoutait-il, *très préjudiciable à l'unité de la Carte que nous n'arrivions pas à une juste entente mais les résultats obtenus par mes dernières recherches tous appuyés sur des documents paléontologiques nous mettront d'accord.* Il n'est pas d'usage de faire état, dans une publication, de conversations qui ont eu lieu en cours de travail et que chacun peut rapporter d'une façon un peu personnelle. En l'espèce il s'agissait de deux points : 1° la butte des Queyrons où M. Blayac me signala la découverte faite par l'abbé Labrie. Elle consistait en Planorbes et Limnées plus ou moins déterminables mais suffisants pour indiquer le niveau du calcaire blanc ; il ne pouvait y avoir de discussion possible ; 2° la butte de Marchand où, bien que les dernières recherches de mon confrère n'aient pas été appuyées sur des documents paléontologiques, j'ai reconnu le niveau du calcaire blanc, ici en grande partie transformé en argile à nodules calcaires. La présence au-dessus des argiles d'un affleurement de grès de Bazas que j'avais figuré sur ma carte, bien avant les dernières recherches de M. J. Blayac, ne me laissait plus de doutes.

Mais laissons ces faits qui n'ont que des rapports lointains avec la question de l'âge du calcaire blanc et continuons notre examen.

1. Blayac. Feuille de La Réole. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, CR. collaborateurs, XVI, n° 110, 1904-1905, p. 95.

2. La coupe de M. Blayac reproduite par M. Dollfus (feuille de Libourne), *loc. cit.*, p. 73, a le défaut d'indiquer la mollasse de l'Agenais comme supérieure au calcaire à Astéries. Ce sont deux dépôts synchroniques. En quelques points seulement la mollasse de l'Agenais qui monte jusqu'au Stampien supérieur est au-dessus du calcaire à Astéries dont elle représente la partie supérieure.

i) Il n'est guère possible de faire état, pour ce qui nous intéresse en ce moment, des travaux de M. Caraven-Cachin tant au point de vue stratigraphique qu'au point de vue paléontologique. La présence du genre *Anchitherium*, type miocène, pour ne citer qu'un exemple, dans les couches à *Helix Tournali* de Puylaurens, La Française, Réal et Bourg-de-Visa (éocènes ou oligocènes) est plus que douteuse.

Après cette revue des travaux de tous ces géologues, M. Dollfus dit qu'il ne trouve dans cet examen aucun argument stratigraphique pour obliger le calcaire blanc à rester dans l'Aquitanien. Nous pouvons bien dire qu'il n'y en a pas davantage pour l'obliger à en sortir. S'il est intimement lié à la base avec la mollasse de l'Agenais, il est non moins intimement lié aux couches supérieures avec lesquelles il ne cesse pas d'être en concordance. Cette liaison est telle que dans les coupes du Bordelais on serait bien embarrassé pour tracer, dans la série des couches marines avec intercalations d'eau douce, la limite supérieure de ce calcaire blanc.

Examinons maintenant les arguments tirés de l'étude des couches à *Helix Ramondi* dans diverses régions.

Auvergne. — La faune d'après M. Dollfus comprend des Vertébrés au nombre de cinq qui n'ont rien de particulièrement caractéristiques. Mais nous trouvons là parmi les espèces malacologiques citées, *Planorbis declivis* et *Limnæa pachygaster*, espèces surtout aquitaniennes.

Provence. — Dans le bassin de Marseille, les argiles à *Helix Ramondi* et *Helix massiliensis* sont bien supérieures aux argiles rouges de l'Estaque et de Saint-Henri. Elles sont même supérieures à celles de Saint-André dont la faune malacologique nous est en partie connue. Cette faune renferme des espèces comme *Helix girondica* qui marquent la liaison avec les assises supérieures à *Helix Ramondi*. Elle présente quelques exemplaires de petite taille de cette dernière forme et des Limnées allongées grêles que nous n'avons pas trouvées dans les argiles de Marseille, qui surmontent celles de Saint-André. En tout cas, la position des couches renfermant l'*Helix Ramondi* type est, nettement, bien au-dessus des gisements à Vertébrés, *Anthracotherium Cuvieri*, *Hyopotamus borbonicus* Gerv., *Acerotherium* etc. que M. Stehlin place déjà au-dessus du niveau des Sables de Fontainebleau dans le Stampien le plus supérieur.

Dans le bassin d'Aix les couches à *Helix Ramondi*, *Hydrobia Dubuissoni* et *Limnæa pachygaster* (type) alternent avec les

assises à *Potamides margaritaceus*, *Cerithium plicatum*, etc. montrant bien la liaison avec les assises nettement aquitaniennes.

Dans la coupe de Carry on observe, au-dessus des comglomérats qui sont au niveau des argiles rouges et poudingues de Saint-Henry (Stampien), une série marine concordante dans laquelle les argiles à *Helix Ramondi* de Marseille ont leur équivalent. On est bien embarrassé pour tracer dans cette succession de couches une limite théorique aux divers niveaux de l'Aquitanien. Mais l'embarras devient une impossibilité s'il s'agit de séparer de l'ensemble une partie inférieure pour l'attribuer au Stampien.

Ce fait présente à mon avis une grande importance.

Bassin de Paris. — Dans le bassin de Paris, si le calcaire de Beauce inférieur (calcaire d'Étampes, calcaire à Limnées) se relie insensiblement au Stampien, il se relie d'une manière plus étroite encore au calcaire supérieur de Beauce dont il n'est séparé que par une assise peu épaisse d'argiles et de sables qui, d'ailleurs, n'existe que dans la partie orientale. Si bien que vers l'Ouest, les calcaires de Beauce ne forment plus qu'une seule masse au milieu de laquelle il faudrait faire passer une limite aussi importante que celle qui sépare l'Oligocène du Miocène. Je suis heureux de pouvoir m'appuyer ici sur l'opinion autorisée de mon maître M. Vasseur qui n'accepte pas plus que moi le rattachement du calcaire de Beauce inférieur à l'étage stampien.

Enfin dans le bassin de Mayence, la faune à *Helix Ramondi* se trouve dans le calcaire de Hochheim associée à des bancs plus ou moins jaunâtres à Cérithes, pétris par places de *Mytilus socialis*. Ce calcaire supporte les calcaires et marnes de Weisenau à Corbicules dont la faune est, d'après MM. Depéret et Stehlin, celle de Saint-Gérand-le-Puy, que M. Dollfus place lui-même, d'autre part, au sommet de son Oligocène.

Au-dessus vient le calcaire de Biebrich et de Wiesbaden où l'association des *Hydrobia Dubuissoni* et *Dreissena Brardi* rappelle les calcaires supérieurs de l'Aquitaine. Ce sont les espèces les plus communes du calcaire gris de l'Agenais.

Le calcaire de Biebrich, supérieur aux couches à *Helix Ramondi*, doit être classé dans l'Aquitanien moyen ou supérieur.

Cette conclusion se trouve confirmée par l'opinion de M. Stehlin qui élèverait même la faune de St-Gérand-le-Puy et, par conséquent, celle de Weisenau jusqu'à l'Aquitanien supérieur.

L'intervention des géologues allemands a conduit M. Dollfus à reconnaître que l'Oligocène était susceptible d'une division en trois parties, mais comme il était difficile, pour ne pas dire impos-

sible, d'attribuer une partie des couches précédentes à l'Oligocène et l'autre au Miocène et que, d'autre part, on ne pouvait ranger dans le Stampien (Dollfus) à *Helix Ramondi*, les assises supérieures à *Dreissena Brardi*, M. Dollfus a été amené à créer un nouvel étage, encore oligocène, mais supérieur au Stampien, l'étage kassélien. Il faut dès lors faire une coupure dans les sables de Fontainebleau et faire remonter le calcaire de Beauce, décidément trop bas, dans l'étage kasselien, qui, ainsi, ressemble de plus en plus à notre Aquitanien inférieur.

Suisse. — Quelle raison sérieuse y a-t-il de classer les couches de Lausanne à *Anthracotherium* dans le Stampien, alors que les affinités de sa faune sont avec celle du calcaire gris de l'Agenais *Lymnæa pachygaster* Thomæ, *Planorbis declivis* Braun et *Helix massiliensis* Math., espèce de la partie supérieure des argiles de Marseille, d'un niveau bien différent, je le répète, de celui qui renferme la faune de St-Henri.

Ainsi l'examen des conditions stratigraphiques des couches à *Helix Ramondi*, dans les diverses régions, nous amène encore à maintenir notre conception de l'étage aquitanien.

Arrivons maintenant à l'examen des faunes.

II. — En adoptant les listes de fossiles de M. Dollfus, on arrive à cette conclusion qu'il y a dans le calcaire gris trente espèces environ dont quinze sont communes avec le calcaire blanc [1].

Les deux faunes ne sont donc pas essentiellement différentes ? Il y a dans toute formation géologique des espèces spéciales et des espèces communes avec les formations supérieures ou inférieures. Mais une proportion de 50 °/₀ est bien suffisante, étant donnée la pauvreté du calcaire blanc en restes organiques, pour pouvoir dire que les deux faunes ne sont pas essentiellement différentes. Il n'y a certainement pas plus de 50 °/₀ d'espèces communes entre la faune du calcaire blanc et celle des calcaires de Cordes et de Cieurac.

Les faunes de Vertébrés des deux calcaires de l'Agenais sont encore peu connues. D'une part, celle du calcaire gris n'est représentée que par les fossiles trouvés par M. Vasseur qui les fera connaître ultérieurement et qui se propose d'ailleurs de rectifier sous peu les listes récemment parues. Je n'insisterai donc pas.

1. Le *Planorbis Mantelli* que M. Dollfus considère comme caractérisant l'Aquitanien vrai, celui qui correspond exactement aux figures 26 de Sandberger (Land und Suswasser Conchylien, pl. xx), espèce aplatie sur une face, existe à Villandraut et à Noaillan, mais je n'ai voulu tirer aucune conclusion de ce fait qui me paraît secondaire.

Mais je constate cependant que M. Dollfus trouve lui-même que cette faune a ses relations avec le Stampien supérieur du Bourbonnais (pour nous Aquitanien inférieur) et il soupçonne là quelque erreur stratigraphique. Je n'ai pas besoin de dire que rien ne justifie cette opinion. Ce résultat nous paraît au contraire très naturel et nous espérons bien que le jour n'est pas loin où la faune du calcaire gris, mieux connue par les dernières découvertes de M. Vasseur, montrera mieux encore ses affinités avec celle des assises inférieures de l'Aquitanien du Sud-Ouest et celle de St-Gérand-le-Puy (Stampien supérieur pour M. Dollfus, Aquitanien supérieur pour M. Stehlin).

En ce qui concerne la faune dite du calcaire blanc (La Milloque) on peut s'étonner également que M. Dollfus (p. 70) classe d'abord la mollasse supérieure de l'Agenais à *Dremotherum lamilloquense* dans le Sannoisien supérieur pour indiquer ensuite la faune de La Milloque comme caractéristique du calcaire blanc (Stampien supérieur, Dollfus). Si la mollasse supérieure de l'Agenais est sannoisienne, le calcaire à Astéries qui est son équivalent occidental est aussi sannoisien ? Il est difficile de saisir le lien entre ces opinions diverses et contradictoires. Ici encore on est heureux de pouvoir s'appuyer sur l'opinion d'un paléontologiste de grande valeur, spécialisé dans l'étude des Vertébrés, qui connaît la faune de La Milloque, celle des divers gisements à *Helix Ramondi* ainsi que celle des divers gisements incontestablement stampiens et qui conclue nettement, comme nous, au maintien du calcaire blanc à la base des assises aquitaniennes[1].

III. — Voyons maintenant quelles sont les modifications qu'il y a lieu d'apporter aux listes de fossiles marins de l'Aquitanien dit inférieur (Dollfus) et de l'Aquitanien supérieur (Dollfus) à la suite des constatations stratigraphiques que nous avons faites ou vérifiées.

D'abord l'Aquitanien supérieur est bien représenté dans les environs immédiats de Bazas et à Bazas même. Il ne suffit donc pas qu'un fossile ait été recueilli aux environs de cette ville pour que l'on puisse dire qu'il appartient à l'Aquitanien inférieur (Dollfus). Dans les récoltes anciennes on n'a souvent pas tenu compte de la présence de l'Aquitanien supérieur. De plus la limite inférieure est difficile à établir et sujette à discussion. On ne peut donc savoir ce qui, dans ces collections, doit être attribué à l'Aquitanien inférieur (Dollfus) et ce qui revient à l'Aquitanien supérieur. Il convient par conséquent de ne pas tenir compte des récoltes

1. Stehlin. *B. S. G. F.*, (4), IX, 1909, pp. 488 et suiv.

anciennes aux environs de Bazas. Il est certain qu'en procédant ainsi, les listes de M. Dollfus, même rectifiées pour les autres gisements, devront l'être de nouveau, ultérieurement, lorsqu'on sera d'accord sur la limite à attribuer à l'Aquitanien supérieur à Bazas et que l'on aura pu faire de nouvelles récoltes au-dessus et au-dessous de cette limite.

Aussi n'ai-je pas la prétention, pour le moment, de préciser les faunes du Bazadais d'une manière définitive mais simplement d'indiquer, par une première série de rectifications, combien elles ont encore besoin d'être étudiées au point de vue de leur succession.

Ces rectifications consistent à supprimer dans la liste de l'Aquitanien inférieur toutes les espèces spéciales aux gisements de la Saubotte, de Balizac et du moulin de Gamachot qui se trouvent au-dessus du calcaire gris et à les inscrire au contraire dans la liste de l'Aquitanien supérieur.

Dans les environs de la Saubotte, M. Benoist évalue à près de 23 m. d'épaisseur les couches supérieures à l'horizon du moulin de Gamachot et de Fortis que l'on s'accorde à placer dans l'Aquitanien supérieur. J'accepte cette évaluation. Les fossiles recueillis à la Saubotte même, dans les points les plus fossilifères, sont à un niveau au moins égal, stratigraphiquement, à celui du moulin de Fortis. Quant à ceux de Balizac, je partage absolument l'opinion de M. Benoist qui voit dans le calcaire de Balizac un représentant du calcaire gris de l'Agenais et, par conséquent, dans les couches marines supérieures, qui renferment une forte proportion de formes burdigaliennes, un représentant de l'Aquitanien supérieur marin. Un calcaire lacustre inférieur à celui de Balizac se montre *en aval* du ruisseau bien loin du village, et cette raison stratigraphique jointe aux raisons paléontologiques ne permet guère de doutes.

M. Benoist a étudié la coupe de Balizac avec les géologues bordelais dans la deuxième excursion trimestrielle de 1885. Ils ont reconnu l'existence d'une assise marine superposée aux couches d'eau douce. La faune offre, d'après le compte rendu rédigé par M. Benoist, un mélange d'espèces aquitaniennes et d'espèces langhiennes. Sur 50 il y en a 7 de l'Aquitanien inférieur, 17 purement langhiennes et 25 communes. C'est donc, d'après les géologues bordelais [1], « une faune mixte semblable à celle de Mérignac bien que placée et apparaissant à un niveau géologique inférieur ». Pourquoi ? Et ils concluent que la couche fluvio-marine de Balizac appartient sûrement à l'Aquitanien inférieur sans donner aucune raison [1].

1. Benoist. *Proc.-verb. Soc. linn. Bordeaux*, XXXIX, 1885, p. xxxi et xxxii.

Plus tard M. Degrange-Touzin a trouvé une autre faune marine au-dessous des couches lacustres de Balizac. Il reconnaît que sa faune rappelle tout à fait celle de la couche fluvio-marine de la route du Son intercalée entre le calcaire gris de l'Agenais et la marne lacustre qu'on observe dans la tranchée de la route. Mais il ajoute qu'il ne faut pas en conclure que la formation lacustre à laquelle elle est subordonnée à Balizac représente le même calcaire lacustre que celui de la route du Son. Et il maintient son opinion malgré les doutes exprimés par M. Benoist[1]. On se trouve bien, dit-il, en présence du calcaire lacustre blanc de l'Agenais. Tous ces faits ne motivent pas les conclusions de M. Degrange-Touzin, au contraire, ils viennent encore corroborer les conclusions auxquelles je suis arrivé. Les affleurements burdigaliens typiques sont d'ailleurs dans le voisinage presque immédiat de Balizac, dans le ruisseau d'Origne où ils ont été signalés pour la première fois par M. Linder[2]. Il est donc tout naturel que l'on se trouve à Balizac dans l'Aquitanien supérieur.

Les rectifications indiquées précédemment sont donc nécessaires.

Le relevé attentif m'a donné 93 espèces. Si l'on enlève du nombre (297) des espèces citées par M. Dollfus dans l'Aquitanien inférieur, ces 93, il reste 204 espèces, au lieu de 297. Il faut d'autre part augmenter d'autant le nombre des espèces de l'Aquitanien supérieur, 409, ce qui fait $409 + 93 = 502$.

Le nombre des espèces communes à l'Aquitanien supérieur et à l'Aquitanien inférieur était de 233, il doit être modifié de la manière suivante : il faut le diminuer du nombre des espèces de la Saubotte, de Gamachot et de Balizac qui avaient été indiquées comme communes aux deux étages et qui n'existent dans aucun gisement d'Aquitanien inférieur, ni à Bazas où la séparation n'a pas été faite entre les deux étages. Leur nombre s'élève à 53. Le nombre des espèces communes devient donc 180. De ce nombre 14 ne sont considérées comme communes que parce qu'elles existent à Bazas, mais à quel niveau? En réalité elles sont douteuses. Il reste donc 166 espèces communes, en admettant qu'il n'y ait pas d'autres rectifications à faire.

Les espèces spéciales à l'Aquitanien inférieur sont au nombre de $204 - 166 = 38$ espèces.

Le nombre des espèces communes entre l'Aquitanien inférieur et le Stampien est de 32 sur 204 espèces, ce qui donne une proportion de 15,6 °/₀ au lieu de 10,7 °/₀ chiffre, de M. Dollfus.

1. Degrange-Touzin. *Procès-verbaux Soc. linn. Bordeaux*, XLII, 1889, p. xxxi.
2. *Carte géol. de la Fr.* à 1/80000. La-Teste-de-Buch n° 191.

AVIS

Le Compte Rendu sommaire des Séances n'est pas réimprimé dans le Bulletin proprement dit.

Le **Compte Rendu sommaire des Séances** comprend les présentations d'ouvrages, analyses, résumés très courts et observations aux diverses communications, faits en séance ou adressés par la poste.

Le **Bulletin** ne renferme que les notes et mémoires détaillés, présentés en séance.

En conséquence **les Cahiers des Comptes Rendus sommaires des séances doivent être conservés.** Ils pourront être, en fin d'année, reliés à part ou avec les fascicules du Bulletin. Des tables seront fournies à cet effet.

Les comptes rendus sommaires paraissent, en général, dans les quinze jours qui suivent la séance.

Deux pages au maximum sont accordées aux *notes* **originales.**

Une demi-page (petit texte) est accordée aux *observations* ou *rectifications* à une communication quelconque.

Un tiers de page est accordé pour les *présentations d'ouvrages imprimés.*

Ces limites comprennent les titres et les notes infrapaginales.

La page est de 42 lignes d'environ 60 lettres chacune. Les intervalles entre les mots et les signes comptent comme une lettre.

Les auteurs doivent déposer, à l'issue de la séance, les notes manuscrites concernant leurs communications pour le compte rendu sommaire. Les membres qui ont pris part à des discussions verbales en cours de séance et qui désirent qu'il en soit fait mention **sont invités à rédiger ces observations** *et à les remettre au secrétaire*, **autant que possible séance tenante.**

Le Secrétariat *ne garantit*, dans aucun cas, la publication *littérale* et *in extenso* des notes remises. Les auteurs peuvent indiquer les passages de leurs communications pouvant être supprimés sans inconvénient en cas de nécessité. *Il est toujours préférable de ne remettre que des résumés très concis.*

Les notes et mémoires pour le *Bulletin* sont mis en composition aussitôt leur dépôt.

Les auteurs ont donc tout intérêt à remettre leurs manuscrits complets au moment même où ils font leurs communications orales ou écrites. L'impression de tout manuscrit insuffisamment lisible ou incomplet sera ajournée et le manuscrit renvoyé à son auteur.

TABLE DES MATIÈRES (TOME XI, Fascicules 1-2).

Pages

Liste des anciens Présidents de la Société géologique de France v
Liste des lauréats du Prix Viquesnel vi
Liste des lauréats du Prix Fontannes vi
Liste des lauréats du Prix Prestwich vi
Bureau et Conseil de la Société pour 1911 vii
Composition des Commissions pour 1911 viii
Membres à perpétuité ix
Membre donateur ix
Liste générale alphabétique des membres de la Société x
Liste des membres de la Société distribués géographiquement xlii
Membres de la Société décédés en 1910 xlvi
Prix et Fondations de la Société xlvii

G. Fabre et ***J. Ressouche.*** — Chailles jurassiques des environs de Langogne (Lozère) (*1 fig.*) 1
Camille Rouyer. — Jurassique moyen et supérieur du Chalonnais et du Mâconnais (*3 fig.*) 4
H. Hubert. — Sur la Géologie du Soudan 28
W. Kilian. — Sur les « seuils de débordement » glaciaires et sur une phase importante dans la succession des oscillations glaciaires dans les Alpes françaises. 33
J. Priem. — Sur des otolithes de Poissons fossiles des terrains tertiaires supérieurs de France (*18 fig.*) 39
G. Mouret. — Sur la limite occidentale du massif granitique d'Eymoutiers (Haute-Vienne) (*3 fig.*) 47
Jean Boussac. — Nummulitique du Pelvoux. Zone du Flysch et zone des Aiguilles d'Arves 69
Jules Welsch. — Sur la présence des couches calcaires dans les schistes cristallins de la Vendée 73
H. Hubert. — Sur la constitution géologique de la plaine située à l'Est de la falaise de Bandiagara (Afrique occ. fr.) (*3 fig.*) 76
J. Groth. — Note préliminaire sur le bassin houiller de Belmez (Espagne) (*1 fig.*). 83
E. Fournier. — Sur la tectonique de la partie occidentale de la chaîne des Pyrénées (*6 fig.*) 85
J. Répelin. — Les limites de l'Étage aquitanien (*à suivre*) 100

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS — *Le gérant de la Soc. géologique :* L. Mémin.

4e Série, t. XI. — 1911. — N° 3

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832

QUATRIÈME SÉRIE

TOME ONZIÈME

FASCICULE 3 :

Feuilles 8-11. — Planche I.

PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI

1912

PUBLICATION MENSUELLE JANVIER 1912

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

Art. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les arts industriels et l'agriculture.

Art. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation [1] et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

Art. 38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de Novembre à Juillet.

Art. 39. — La Société se réunit deux fois par mois (le 1er et le 3e lundi du mois).

Art. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

Art. 46. — Les membres de la Société ne peuvent lire devant elle aucun ouvrage déjà imprimé.

Art. 48. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

Art. 50. — Chaque année, de Juillet à Novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

Art. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. 55. — ... Il ne peut être vendu aux personnes étrangères à la Société qu'au prix de la cotisation annuelle.

Art. 58. — Les membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années du Bulletin pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Toutefois, les volumes correspondant aux années antérieures à leur entrée dans la Société leur sont cédés, après décision spéciale du Conseil et conformément à un tarif déterminé.

Art. 60. — Quelle que soit la longueur des notes ou mémoires insérés au Bulletin, les auteurs pourront en faire faire à leurs frais un tirage à part.

Art. 73. — *Chaque membre paye: 1° un droit d'entrée; 2° une cotisation annuelle* [2].

Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs.

La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs.

La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (**400 francs**).

Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : **1000 francs**).

---

1. Les personnes qui désireraient faire partie de la Société et qui ne connaîtraient aucun membre qui pût les présenter n'auront qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

2. *Néanmoins sur la demande des parrains les nouveaux membres peuvent n'a quitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 r. Le Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le Bulletin que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.*

La relation entre l'Aquitanien supérieur et le Stampien devient 28 sur 502 ou 5 1/2 °/₀ au lieu de 6 °/₀. Cette modification est insignifiante.

En laissant de côté, comme précédemment, les couches de Bazas, le nombre des espèces communes entre le Burdigalien et l'Aquitanien inférieur (Dollfus) est de 82. La proportion d'espèces burdigaliennes est donc 82 sur 204, c'est-à-dire une proportion de 40 °/₀ au lieu de 53 °/₀.

Ce résultat mérite d'attirer l'attention : il tendrait à justifier le maintien de l'Aquitanien dans l'Oligocène ; ce qui n'empêcherait pas de constater la liaison de l'Oligocène supérieur avec le Miocène.

Enfin M. Dollfus indique 228 espèces communes entre le Burdigalien et l'Aquitanien supérieur. Il convient d'ajouter à ce nombre toutes les espèces de la Saubotte, de Balizac et du moulin de Gamachot qui se retrouvent dans le Burdigalien. Elles sont au nombre de 43 sans compter celles qui sont spéciales à l'Aquitanien supérieur de Bazas encore mal connu. La proportion devient donc 271 sur 502 ou 54 °/₀ au lieu de 56 °/₀.

Parmi les espèces qui figurent dans le tableau de l'Aquitanien inférieur et qu'il faut en supprimer pour les faire monter d'un degré dans l'Aquitanien supérieur, on trouve les formes suivantes, presque toutes à affinités miocéniques :

Panopæa Menardi Desh.
Tellina donacina L.
Cytherea Lamarcki Ag.
Venus islandicoides Lamk.
— *casinoides* Lamk.
Cardium turonicum May.
— *burdigalinum* Lamk.
— *hirsutum* Bronn.
Diplodonta trigonula Bronn.
— *rotundata* Mont.
Kellyia Sebetiæ Costa.
Cardita crassa Lamk.
— *pinnula* Bast.
— *Tournoueri* May.
— *trapezia* Brug.
Arca variabilis May.
Lima subauriculata Mont.
Plicatula mytilina Phill.
— *ruperella* Dujardin.
Spondylus crassicostatus Lamk.
Ostrea aginensis Tourn.
Fissurella italica Defr.
Calyptra depressa Lamk.
— *ornata* Bast.
Cocum Banoni Benoist.
Littorina Prevosti Bast. sp.
Rissoia curta Duj.
— *Desmoulinsi* d'Orb.
Pyramidella mitrula Fer.
Trochus patulus Brocc.
Natica Josephinia Risso.
Acteon inflatus Defr.
— *lævigatus* Grat. sp.
— *pinguis* d'Orb.
Adelacteon papyracea Bast. sp.
Cylichna subangistoma d'Orb. sp.
— *subconula* d'Orb. sp.
— *tarbellianensis* Grat. sp.
Pleurotoma terebra Bast.
Nassa flexuosa Broc.
Ancilla glandiformis Lamk.
Cypræa fabagina Lamk.
Aturia Aturi Bast. sp.

On voit ainsi s'affirmer dans l'Aquitanien supérieur les affinités avec la faune miocène déjà indiquées dans l'Aquitanien moyen.

Je n'ai pas la prétention de reprendre d'une manière complète le travail tenté par M. Dollfus. Il me suffira d'avoir indiqué combien nos connaissances sont encore imparfaites et d'avoir montré qu'il est nécessaire de tenir compte des complications stratigraphiques mises en évidence par le diagramme joint à cette note. J'ai essayé de résumer une partie de ces complications d'une manière aussi schématique mais aussi vraie que possible dans le diagramme de la page 115 que je soumets avec confiance au jugement des géologues et qui facilitera la compréhension des coupes si variées du Bordelais, du Bazadais, et de la partie occidentale de l'Agenais. Ce diagramme permet en outre de se faire une idée d'ensemble des mouvements qui ont occasionné de nombreux épisodes dans la lutte entre les eaux douces et les eaux marines sur les bords du golfe de l'Aquitaine pendant la période oligocène et les débuts du Miocène.

Les principaux résultats de l'examen que nous venons de faire sont les suivants :

1° Le calcaire blanc de l'Agenais est représenté, de l'avis de tous ceux qui connaissent le Bordelais et le Bazadais[1] par la partie inférieure des assises marines de la série aquitanienne, dont la liaison avec les assises supérieures est indiscutable.

Ce parallélisme est établi non seulement par la stratigraphie mais par la présence des formes d'eau douce et en particulier *Helix Ramondi*. Il y a donc une faune marine aquitanienne inférieure contemporaine des couches d'eau douce à *Helix Ramondi* que l'on propose de classer dans le Stampien.

2° La faune de l'Aquitanien inférieur de M. Dollfus ne renferme pas la proportion d'espèces burdigaliennes que lui attribue ce savant. Elle est formée d'ailleurs, même après corrections, de la réunion de formes de l'Aquitanien inférieur, de l'Aquitanien moyen et de l'Aquitanien supérieur (Bazas). Toutefois on peut dire qu'elle est très différente de celle du Stampien et présente déjà des affinités miocéniques.

3° Celle de l'Aquitanien supérieur nous offre une augmentation notable des espèces miocènes.

Ces trois faunes ont des caractères communs très nets et sont encore mal établies.

1. Voir Tournoüer, Degrange-Touzin, *Loc. cit., ante*.

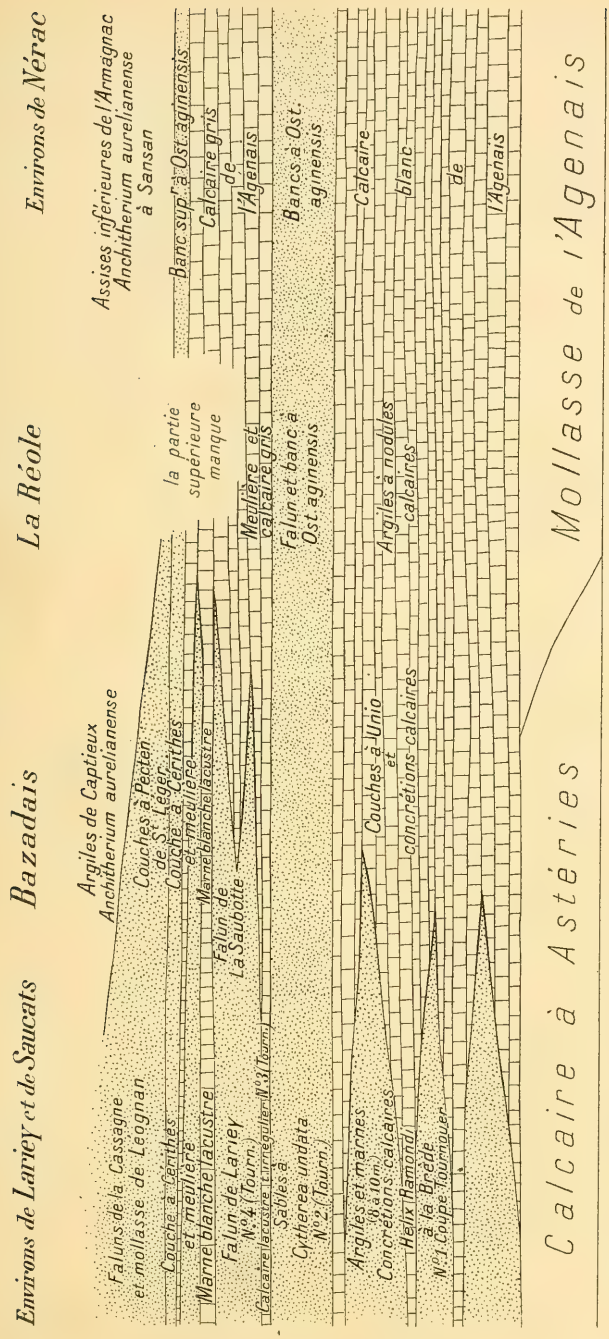


FIG. 1. — DIAGRAMME DES FORMATIONS AQUITANIENNES DANS LE BORDELAIS, LE BAZADAIS ET L'AGENAIS OCCIDENTAL.

	Bordelais	Bazadais	Agenais occidental	Bassin de Marseille	Bassin de Paris
Burdigalien	Falun de la Cassagne et Mollasse de Léognan.	Argiles de Captieux. Couches à *Pecten* de Saint-Léger.	Marnes de l'Armagnac.	Burdigalien de Carry (*Amphiope elliptica* et *bioculata*).	Sables de l'Orléanais.
Aquitanien supérieur	Couche à Cérithes du moulin de l'Église. Marne blanche lacustre. Falun de Lariey. Calcaire lacustre de Lariey.	Couches marines et lacustres supérieures (Saint-Vincent, La Flotte). Partie supérieure du Falun de Bazas (Fortis, Gamachot, La Saubotte). Calcaire lacustre.	Banc supérieur à *Ost. aginensis*. Calcaire gris de l'Agenais.	Couches marines et saumâtres de Carry. Argiles de Marseille	Calcaire supérieur de la Beauce.
Aquitanien moyen	Sables à *Cytherea undata*.	Partie moyenne du Falun de Bazas.	Couches à *Ost. aginensis* et Faluns.		Mollasse du Gatinais.
Aquitanien inférieur	Marne bleue du moulin de Bernachon, avec intercalations de concrétions calcaires d'origine lacustre, Cérithes, Cyrènes et *H. Ramondi*.	Calcaire blanc. Marnes à concrétions calcaires et *Unio Lacazei* et argiles à concrétions calcaires de la Réole.	Calcaire blanc de l'Agenais.		Calcaire inférieur de la Beauce.
Stampien	Calcaire à Astéries.	Calcaire à Astéries.	Mollasse de l'Agenais.	Argiles de Saint-Henri. Poudingues de la côte de Carry.	Sables de Fontainebleau de l'horizon de Jeurre à l'horizon d'Ormoy (y compris).

Conclusions. — De tous ces faits il me semble résulter que, tant au point de vue stratigraphique qu'au point de vue paléontologique, il y a lieu de maintenir la division en trois parties de l'étage aquitanien, c'est-à-dire de maintenir le calcaire blanc à la base de l'Aquitanien.

L'Aquitanien inférieur comprend le calcaire blanc de l'Agenais et les marnes et argiles de la Brède (n° 1 de la coupe de Tournouër[1]).

L'Aquitanien moyen est représenté par les assises moyennes du Bazadais et les couches à Huîtres qui séparent les deux masses calcaires dans l'Agenais.

L'Aquitanien supérieur comprend le calcaire gris, les assises supérieures du Bazadais et le banc supérieur à Ostracés de l'Agenais occidental.

Ces résultats peuvent se résumer dans le tableau précédent qui indique en même temps le synchronisme avec la région parisienne et la Provence.

1. *Loc. cit., ante.*

Le vol de grands Reptiles et Insectes disparus semble indiquer une pression atmosphérique élevée

par **Édouard Harlé** et **André Harlé**[1].

Les études récentes sur le vol des Oiseaux et des Insectes, faites à l'occasion de la théorie des aéroplanes, ont conduit à admettre que la puissance nécessaire à ces animaux, par unité de leur poids, varie à peu près comme la racine sixième du poids, c'est-à-dire comme la racine carrée de leurs dimensions [2]. La puissance nécessaire augmente donc plus vite que le poids et les dimensions. Dans le cas de dimensions quadruples, par exemple, il faut, d'après cette formule, une puissance, par unité de poids, égale à la précédente multipliée par la racine carrée de 4, c'est-à-dire que la puissance doit être double par unité de poids. Un animal beaucoup plus lourd qu'un autre devrait, pour voler, avoir une puissance proportionnellement encore plus grande. Or, en fait, ce n'est pas le cas. On voit donc que le poids, et, par suite, la grandeur des animaux capables de voler est limité.

On lit dans un ouvrage récent d'aviation, à la suite de considérations de ce genre [3] :

« Le problème du vol devient de plus en plus difficile à mesure que les poids augmentent. C'est pour cela qu'il est relativement facile de construire des modèles réduits d'appareils volants et qu'il est infiniment plus difficile de les réaliser en grand. On peut suivre cette difficulté croissante avec une parfaite netteté chez les animaux volants...

« Les minuscules insectes, moucherons, papillons, quoique animaux à sang froid, volent sans effort, sur place, en avant, en arrière, en zigzags brusques, au gré de leur fantaisie. La forme de leur corps n'est nullement étudiée pour le vol ; ils sont aussi « mauvais projectiles » que mauvais moteurs ; ils utilisent le vol godillé, mode de vol assez médiocre, à cause de son mouvement alternatif. Cette forme de vol n'est possible que jusqu'à un ou deux grammes.

« Au delà de ce poids, nous trouvons les oiseaux rameurs, dont le poids atteint quelques hectogrammes. Déjà leur sang est le plus chaud de tous les animaux... ; leurs poumons sont extraordinairement déve-

1. Note présentée à la séance du 24 avril 1911.
2. Alexandre Sée. Les lois expérimentales de l'Aviation, 1911, p. 216.
3. Alexandre Sée. *Loc. cit.*, p. 37.

loppés ; leur aile, cette merveille d'architecture, a épuisé les ressources créatrices de la nature ; leur corps fuselé est un projectile parfait.

« Les plus petits peuvent encore, avec effort, s'enlever sur place, mais ils doivent aussitôt, pour diminuer le travail, utiliser le vol ramé propulsif, le plus économique de tous. Seul, l'oiseau-mouche, le plus léger de la série, peut voler sur place pendant un temps appréciable. Les oiseaux franchement rameurs ne dépassent guère 1 kilogramme...

« Au delà de 3 kilogr., les oiseaux deviennent exclusivement voiliers, étant incapables de soutenir longtemps l'effort du vol ramé... Quand il n'y a pas de vent, ils renoncent au vol ; ils restent perchés. L'essor leur est... pénible...

« Grâce à l'artifice du vol à voile, la nature a pu prolonger jusqu'à 10 kilogr. la faculté du vol. Passé ce poids, elle est obligée de s'avouer impuissante ; quelques essais malheureux, comme l'autruche, le casoar, l'émeu, confirment son échec... »

Mais cette impuissance de la nature n'a pas toujours existé ou, du moins, ses limites ont été bien plus reculées jadis que maintenant.

George Eaton a étudié des Reptiles volants, du groupe des Ptérodactyles, appartenant au genre *Pteranodon*, dont certains avaient 7 mètres et peut-être même 8 mètres d'envergure [1]. C'est le double environ de nos plus grands Oiseaux [2]. Les *Pteranodon* vivaient pendant le Crétacé. Ils étendaient leurs vols sur la mer à 160 km. du rivage. On croit qu'ils volaient sur les flots en happant les Poissons à la surface, ce que facilitaient les dispositions très spéciales de leur bouche et de leur crâne [3].

L'on a trouvé, en France, dans le Carbonifère, des Libellules gigantesques, dont l'envergure atteint 70 à 80 centimètres, soit trois fois celle des Insectes de la plus grande taille de l'époque actuelle.

Comment des animaux aussi énormes ont-ils pu voler pendant le Crétacé, pendant le Carbonifère ? On pourrait supposer que le vol a été facilité par la moindre intensité de la pesanteur, provenant de ce que la terre avait un rayon plus grand, qu'elle s'est contractée depuis, ainsi que le démontrent le soulèvement, plus récent, de chaînes de montagnes et leurs charriages. Mais, pour un rayon plus grand de 100 km., par exemple, qui est

1. George F. Eaton. Osteology of Pteranodon. *Mem. of the Connecticut Acad.* Yale University, July 1910, pp. 37 et 38.

2. D'après Brehm (Oiseaux), l'envergure du Gypaëte, du Marabout et du Pélican dépasse 3 mètres, celle de l'Albatros est encore plus grande. Beaucoup d'oiseaux dépassent 2 m. 50 (Aigle, Pygargue, Condor, Gyps, Grue, Cygne, Cigogne du Sénégal, etc.).

3. George F. Eaton. *Loc. cit.*, pp. 1 et 13.

dans l'ordre de grandeurs possible, cet effet serait très faible. Cette facilité de vol s'expliquerait au contraire s'il y avait une plus forte pression atmosphérique à ces époques reculées. En effet :

Les *Pteranodon* devaient employer, habituellement ou occasionnellement, le vol ramé (vol avec battements d'ailes), qui est utilisé plus ou moins par tous les Oiseaux actuels et toujours par les Chauves-Souris et les Poissons volants. Ce vol est nécessaire pour s'envoler quand l'animal est sur le sol (principalement en terrain plat) ou sur l'eau. On ne peut guère admettre que ces *Pteranodon*, animaux marins, grands comme des aéroplanes, vivaient sur les arbres et prenaient leur vol en se laissant tomber d'une branche, comme on le suppose pour de plus petits Ptérodactyles. Ils devaient, au moins de temps à autre, s'envoler à l'aide du vol ramé. En quoi la pression atmosphérique peut-elle influer sur ce vol ? La résistance de l'air varie proportionnellement à sa densité, donc à sa pression, et proportionnellement au carré de la vitesse. Avec une pression atmosphérique quadruple, par exemple, il suffirait, pour obtenir la même résistance, d'une vitesse moitié. Un animal pour se soutenir en vol ramé, pourrait se borner à donner à son aile une vitesse deux fois moindre. La résistance sur l'aile étant la même et sa vitesse deux fois moindre, la puissance nécessaire serait moitié. Par conséquent, avec une pression atmosphérique quatre fois plus forte, il suffirait, pour voler en vol ramé (nécessaire tout au moins pour l'essor), d'avoir une puissance moitié.

Cette réduction de la puissance nécessaire rendrait le vol possible à de beaucoup plus grands animaux. Supposons, par exemple, un animal volant en vol ramé dont l'envergure serait le quadruple de celle de nos grands Oiseaux actuels. Il en résulte, d'après ce que nous avons exposé au début de cette note, que, dans les mêmes conditions, il faudrait à cet animal une puissance, par unité de poids, égale à celle de nos plus grands Oiseaux multipliée par racine carrée de quatre, c'est-à-dire double, fait impossible à réaliser. Or, le raisonnement que nous venons d'exposer montre que, avec une pression atmosphérique quatre fois plus forte, il suffirait, pour voler, d'avoir une puissance deux fois moindre La puissance nécessaire, par unité de poids, étant d'une part doublée et d'autre part réduite à moitié, resterait la même. Elle serait comme elle est chez les oiseaux actuels, par conséquent très possible à réaliser.

Ainsi, une augmentation de la pression atmosphérique dans la proportion de un à quatre compenserait une augmentation sem-

blable de la grandeur de l'animal. Cette règle est générale : toute augmentation de la grandeur de l'animal serait compensée par une augmentation proportionnelle de la pression.

Les grands *Pteranodon* connus jusqu'ici ayant une envergure double de celle des plus grands Oiseaux actuels, l'impossibilité due à leur taille considérable aurait été supprimée par une pression atmosphérique double.

Nous avons admis une même température. Si la température variait, il faudrait faire subir une correction, car elle influe sur la densité. Le climat était chaud au temps des *Pteranodon*, ce qui tendait à rendre l'air peu dense et, par suite, devait exiger d'autant plus de pression.

Nous ne prétendons d'ailleurs pas conclure que la pression atmosphérique était, pendant le Crétacé, deux fois plus forte que maintenant. Nous avons admis, en effet, implicitement, plusieurs hypothèses, par exemple que les *Pteranodon* présentaient certains rapports de dimensions et de poids qui sont réalisés chez tous les animaux volateurs actuels (Insectes, Oiseaux, Mammifères) [1]. Notre raisonnement a, de plus, ce défaut d'appliquer des formules au delà des limites pour lesquelles on les a démontrées. Il ne peut donc valoir que pour indiquer le sens de la variation de pression et peut-être l'ordre de sa grandeur. Enfin, la nature a pu utiliser aussi des moyens que nous ne connaissons pas.

Une plus forte pression favoriserait de même les autres genres de vol, par exemple celui qui est employé par les Libellules.

Le fait que de grands Reptiles ont pu voler pendant le Secondaire et d'énormes Libellules pendant le Primaire, semble donc indiquer (dans la limite de la valeur que peuvent avoir ces considérations), que la pression atmosphérique était alors plus forte que maintenant.

1. Alexandre Sée. *Loc. cit.*, p. 36.

Sur la structure géologique des Pyrénées occidentales et leurs relations avec les Pyrénées orientales et centrales; essai d'une carte structurale des Pyrénées [1]

par **Léon Bertrand.**

(Planche I.)

J'ai précédemment exposé, dans diverses publications [2], la conception de la structure des Pyrénées Orientales et Centrales à laquelle m'ont conduit les recherches que j'ai faites, sans interruption, depuis 1899, dans cette partie de la chaîne. Mais je n'avais pu poursuivre mon essai de synthèse dans les Pyrénées Occidentales, que je n'ai pas étudiées personnellement, parce que les faits mis en évidence par les publications antérieures étaient souvent contradictoires et, en tout cas, ne permettaient plus, au delà du méridien de Tarbes approximativement, de se faire qu'une idée assez vague de la prolongation des accidents que j'ai reconnus dans la moitié orientale de la chaîne. La récente publication de la feuille *Mauléon* de la Carte géologique détaillée de la France m'a fort heureusement permis de combler en grande partie cette lacune de nos connaissances et d'étendre mon essai de coordination à la partie occidentale de la chaîne, sinon avec autant de certitude que pour les régions que j'ai personnellement étudiées, du moins avec assez de probabilité pour que je juge utile de présenter cet essai à la Société géologique, dans le but de servir de base à une discussion qui ne peut être que profitable à la compréhension de cette partie de notre chaîne pyrénéenne, qui apparaît fort compliquée.

1. Note présentée à la séance du 20 mars 1911.

2. Consulter en particulier, les plus récentes de ces publications :

Léon Bertrand. Contribution à l'histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées Orientales et Centrales. *B. C. G. F.*, n° 118, 1908; 183 p., 40 fig., 5 pl.

Id. Esquisse de la structure et de l'histoire géologique des Pyrénées Orientales et Centrales. *Ass. fr. av. Sc.*, 37e session, 1908; p. 464-473, 1 carte.

Id. Sur l'existence d'une nouvelle fenêtre de terrains pré-pyrénéens au milieu des nappes nord-pyrénéennes aux environs d'Arbas (Haute-Garonne). *C. R. Ac. Sc.*, t. CXLVII, 1908, 2e sem., p. 717-720.

Id. Feuilles de Quillan, Foix et Bagnères-de-Luchon. *B. C. G. F.*, n° 122, 1909, p. 95-102, 1 pl.

Id. Notice sommaire sur le panneau des Pyrénées françaises, du Sud de l'Aquitaine et de la Montagne-Noire (Ministère des Travaux Publics, Exposition universelle internationale de Bruxelles en 1910, Carte géologique de la France et Topographies souterraines, in-8°. Paris, Imprimerie Nationale, 1910, p. 7-100).

L'étude attentive des contours de cette feuille, combinée avec celle des coupes qu'ont données ses auteurs, MM. Léon Carez et E. Fournier, dans la mesure où ces coupes sont compatibles avec les contours correspondants, m'a montré qu'il se dégage avec évidence une série de faits des plus intéressants et qui, dépassant l'importance de phénomènes locaux, peuvent donner une explication des sens de mouvements discordants que M. Carez a reconnus sur cette feuille ; ils apportent, en même temps, par continuité, la confirmation de l'interprétation que j'ai donnée des régions plus orientales de la chaîne. La carte structurale de la chaîne pyrénéenne (pl. I), dans laquelle j'ai résumé les résultats de mes précédentes études et que j'ai pu compléter, pour les Pyrénées Occidentales, par l'interprétation des feuilles géologiques correspondantes, montre avec évidence la parfaite continuité tectonique des deux parties de la chaîne, dans lesquelles les mêmes éléments structuraux peuvent être reconnus, ainsi que je vais le montrer plus loin.

Je rappellerai brièvement que le point fondamental de mon interprétation est la reconnaissance du rôle capital que prennent, dans la structure de la partie orientale des Pyrénées, les charriages vers le Nord (*charriages nord-pyrénéens*) qui se montrent très développés au front septentrional de la chaîne. Ils y ont donné naissance à *trois nappes nord-pyrénéennes A, B et C*, superposées à la région sous-pyrénéenne septentrionale avec interposition fréquente d'une nappe enracinée à caractères intermédiaires (*nappe pré-pyrénéenne Z*), qui établit une parfaite continuité tectonique et stratigraphique entre les terrains sous-pyrénéens et ceux de la nappe nord-pyrénéenne inférieure (nappe A). Celle-ci, tout en présentant un chevauchement important vers le Nord, est nettement aussi enracinée, et elle a été formée aux dépens du bord septentrional de la zone primaire axiale et de sa couverture secondaire, en situation stratigraphique régulière sur les terrains primaires du bord de la zone axiale. Par contre, les deux nappes supérieures B et C sont dépourvues de connexion avec leur racine, ou plutôt avec leur région d'origine, car il s'agit de nappes principalement formées par glissement des couches de la série secondaire nord-pyrénéenne sur leur substratum primaire, dont des lames plus ou moins importantes ont été toutefois entraînées à la base des nappes B et C (pl. I).

Je me bornerai à rappeler ici que cette *série secondaire nord-pyrénéenne* débute normalement par les grès permo-triasiques, parfois très développés dans les nappes A et C, ou du moins par le Trias, et qu'elle se termine par l'épaisse série des schistes albiens.

mais après avoir subi une longue interruption de sédimentation durant toute la partie supérieure du Jurassique et le début du Crétacé. Inversement, la série secondaire de la région sous-pyrénéenne ne montre guère que du Crétacé supérieur, et, lorsqu'on peut observer son substratum, on le voit en général directement transgressif sur un *avant-pays primaire*. Celui-ci ne transparaît qu'en quelques points au bord septentrional de la chaîne, dans sa partie centrale, mais il se montre largement à découvert au massif de Mouthoumet et dans la Montagne-Noire, où il se dégage de sa couverture de terrains transgressifs, presque exclusivement formée par le Crétacé supérieur et les terrains tertiaires de l'Aquitaine. Quelques termes seulement de la série secondaire nord-pyrénéenne se montrent au bord méridional du massif de Mouthoumet, et la superposition régulière du Crétacé supérieur à cette série ne se rencontre que dans la zone de passage pré-pyrénéenne. D'autre part, une disposition stratigraphique analogue s'observe sur la bordure méridionale de la zone primaire axiale (*région sud-pyrénéenne*).

Les trois nappes A, B et C ont été formées aux dépens des dépôts secondaires d'un *géosynclinal nord-pyrénéen*, qui a recouvert l'emplacement de la partie septentrionale de la zone primaire axiale actuelle des Pyrénées; il était ainsi compris entre deux régions primaires qui n'ont reçu qu'en leurs bords les terrains les plus transgressifs du géosynclinal. Parmi ces trois nappes, la nappe moyenne B a été formée par les sédiments déposés dans l'axe du petit géosynclinal en question, et ces dépôts secondaires y ont été souvent atteints par un métamorphisme assez intense, accompagné du développement de nombreuses roches basiques intrusives (lherzolithes et ophites[1]). Quant à la nappe C, elle a été naturellement formée, en tant que terrains secondaires, par ceux qui s'étaient déposés au bord méridional du géosynclinal, en sorte qu'il serait possible d'y trouver localement des caractères mixtes, intermédiaires entre ceux de la région nord-pyrénéenne et de la région sud-pyrénéenne.

La zone primaire axiale, dans la partie tout à fait orientale de la chaîne, présente aussi d'importants chevauchements

1. Les roches basiques se développent aussi dans la nappe A à l'Ouest de l'Ariège ; mais il s'agit alors plutôt d'ophites intercalées dans le Trias (ou des roches ayant donné des projections interstratifiées dans le Rhétien, à Segalas), alors que les ophites de la nappe B sont généralement intrusives dans tous les terrains secondaires nord-pyrénéens jusqu'à l'Albien inclusivement, de même que les lherzolites dont elles sont le plus souvent inséparables comme gisement. La distinction des deux séries d'ophites est importante ; toutefois les caractères séparatifs des nappes A et B semblent s'atténuer vers l'Ouest.

indiscutables à son intérieur ou en son bord méridional. Ceux-ci sont principalement *vers le Nord* (chevauchement du gneiss au bord méridional du bassin crétacé d'Amélie-les-Bains ; chevauchement analogue au Sud de Coustouges, près Saint-Laurent-de-Cerdans ; îlot primaire de la Guardia [1]) et le régime des mouvements au Nord semble donc bien être caractéristique de la terminaison orientale de la chaîne.

Mais, tandis que les Pyrénées Centrales continuent à montrer un très beau développement des nappes nord-pyrénéennes en leur bord septentrional (où même elles sont plus largement représentées, semble-t-il, que plus à l'Est), la zone primaire axiale, tant en son intérieur qu'en son bord méridional, commence à montrer des déversements et même des chevauchements évidents *vers le Sud* (chevauchement dans le Primaire au Sud de Sentein, chevauchements de Gistain, de Gavarnie, des Eaux-Chaudes). Il est manifeste que l'ampleur de ces chevauchements vers le Sud va en croissant à mesure qu'on les observe dans des parties plus occidentales de la chaîne, et cela nous amène progressivement aux Pyrénées Occidentales. Nous allons y constater que ce régime de plis couchés et de chevauchements vers le Sud a atteint les nappes nord-pyrénéennes elles-mêmes, bien qu'on puisse encore y poursuivre leur prolongation et la continuité de leurs caractères et qu'en particulier, on y puisse démontrer qu'elles se sont encore formées par le procédé que j'ai indiqué dans les régions plus orientales, c'est-à-dire par un charriage du Sud vers le Nord. C'est ce qu'une étude attentive des contours de la feuille de Mauléon, puis des feuilles voisines, permet facilement de reconnaître ; en même temps, elle fournit une explication des mouvements vers le Sud qui me semble plus satisfaisante que leur simple attribution à des poussées en sens inverse de celles qui ont produit les mouvements au Nord, prédominants dans le reste de la chaîne.

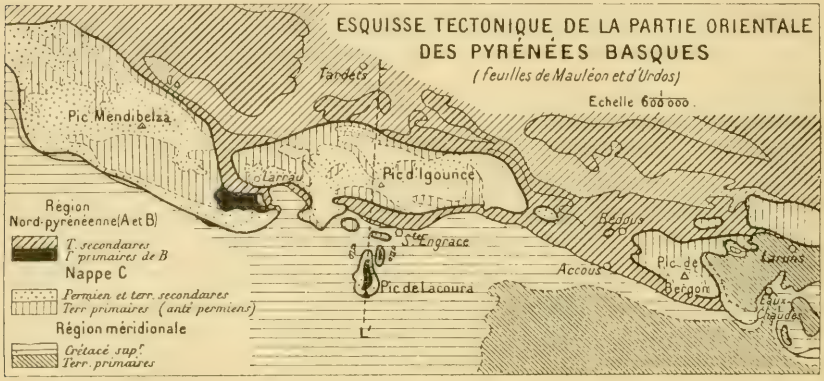
Les lambeaux charriés du Sud de la feuille de Mauléon

On sait que, dans le Sud de la feuille de Mauléon et le Nord de celle d'Urdos, le Crétacé supérieur sud-pyrénéen de la Haute Chaîne se montre transgressif sur les terrains primaires de l'extrémité de la zone axiale et que, d'autre part, il s'enfonce au Nord sous d'autres terrains primaires, formant les massifs des Pics

1. Mengel. Stratigraphie et tectonique de l'îlot primaire de la Guardia, entre le Sègre et la Noguera Pallaresa (*CR. Ac. Sc.*, CLI, 1910, 2e sem., p. 836-839).

de Mendibelza et d'Igounce (fig. 1), formés par une épaisse série, faiblement plissée, de poudingues et grès permo-triasiques, dont la partie inférieure présente le faciès très local et extrêmement épais du *poudingue polygénique de Mendibelza*, qui repose en transgression discordante sur des couches carbonifères très plissées. En outre, des témoins des mêmes poudingues, parfois recouverts par des couches siluriennes (Gothlandien et Ordovicien) *renversées*, se rencontrent au Sud de la vallée de Sainte-Engrace, jusqu'au pic frontière de Lacoura.

Ces faits ont été simplement expliqués, par les auteurs de la feuille de Mauléon, par un chevauchement venu du Nord et dont la racine serait formée par les terrains primaires des massifs de Mendibelza et d'Igounce, considérés comme le noyau d'un brachyanticlinal couché vers le Sud. Mais la feuille de Mauléon



LL', tracé de la ligne de coupe de la figure 2.
Fig. 1.

permet de reconnaître que, si les lambeaux primaires renversés qui sont superposés au Crétacé se rattachent indiscutablement à ces terrains primaires situés plus au Nord, ils ne sauraient y trouver leur racine, pour la simple raison que *ceux-ci ne sont eux-mêmes pas enracinés* in situ.

Entre le substratum crétacé et le bord méridional des terrains primaires des massifs de Mendibelza et d'Igounce, il s'intercale souvent, en effet, une masse de Trias gypseux, riche en roches basiques dites *ophites*. Ce Trias, que la carte figure sur la plus grande partie du pourtour des terrains primaires en question, est d'épaisseur très variable ; tandis que la carte le montre très puissant et même probablement plus épais qu'il l'est normale-

ment aux environs de Sainte-Engrace, sur le bord méridional du massif primaire, par contre il ne forme qu'un étroit liseré, souvent étiré, au long de son bord septentrional. Nous venons de voir que MM. E. Fournier et Carez ont admis que ces terrains primaires se montrent dans l'axe d'un simple brachyanticlinal, provenant d'une surélévation locale de « l'axe de la chaîne » ; ils disparaîtraient donc, à ses extrémités, *en s'enfonçant sous le Trias* en question, qui se renverserait seulement dans le flanc méridional du pli. M. E. Fournier a, en particulier, donné une « Coupe de l'extrémité orientale de l'axe des Pyrénées Basques[1] » conforme à cette manière de voir et que je dois discuter en détail.

Cette coupe correspond à la terminaison orientale des poudingues permiens du massif d'Igounce, qui s'arrêtent, vers l'Est, dans les parties hautes du versant gauche de la vallée du Gave de Lourdios, sur la rive droite duquel ils reparaissent en face, au Serrot deu Bouch, où ils ne se montrent de nouveau que dans des points élevés. L'idée évidemment la plus naturelle est que ces poudingues du Serrot deu Bouch ne sont nullement une sorte de pylône pointant au travers du Trias, comme l'a figuré M. E. Fournier en 1905[2], mais qu'ils constituent seulement *un lambeau superposé au Trias*, ce qui entraînerait la même conclusion pour le massif d'Igounce, et que leur continuité primitive aurait été simplement interrompue par l'érosion de la vallée en question. Cela semble plus naturel que de devoir considérer celle-ci comme correspondant à l'ennoyage transversal extraordinairement brutal d'un axe anticlinal et au redressement simultané de cet axe, qui se montrerait couché de plusieurs kilomètres vers le Sud immédiatement à l'Ouest de cet abaissement.

M. E. Fournier a d'ailleurs indiqué (*B.C.G.F.*, n° 121, p. 40), au sujet de la terminaison orientale du massif d'Igounce, qu' « *on pourrait avoir l'illusion d'une masse de recouvrement, formée par un massif de poudingues reposant sur l'Infra-Crétacé, avec interposition d'une lame de Trias* » et il ne semble avoir eu d'autre argument, pour affirmer que c'est une illusion, que le fait que « le Trias de la bande de Sainte-Engrace contourne complètement l'extrémité orientale du massif de Soulaguerre (ou d'Igounce) pour venir se raccorder avec la bande septentrionale ». Cet argument est de mince valeur et ne suffit aucunement, à lui seul, à justifier la conclusion que « la bande de

1. Eugène Fournier. Études sur les Pyrénées Basques (Basses-Pyrénées, Navarre et Guipuzcoa). *Bull. Carte géol. Fr.*, n° 121, 1908, fig. 2, p. 41.

2. Id. Études géologiques sur la partie occidentale de la chaîne des Pyrénées entre la vallée d'Aspe et celle de la Nive. *B. S. G. F.*, [4], V, p. 699-723 ; fig. 5, p. 712,

Sainte-Engrace est donc tout simplement le flanc renversé, tandis que celle d'Ire et de Sudou est le flanc normal du pli dont l'axe est occupé par les poudingues ».

A l'appui de son opinion, M. E. Fournier donne, il est vrai, une carte schématique (*loc. cit.*, fig. 1, p. 40), destinée à rendre « un compte exact de l'illusion dont pourrait être victime un observateur trop superficiel ». Mais cette carte n'est pas conforme à la feuille publiée pour le point qui est ici en discussion et elle s'y montre simplifiée dans un sens favorable à l'interprétation de son auteur. En particulier, *un oubli regrettable lui a fait omettre de figurer le témoin des poudingues permiens du Serrot deu Bouch*, bien qu'il fût capital de savoir que ces poudingues existent en ce point culminant, en regard de l'extrémité du massif d'Igounce, et que M. E. Fournier n'en ignorât évidemment pas l'existence, puisqu'il en avait donné une coupe trois ans auparavant. Il est alors permis de se demander s'il convient de traiter « d'observateur trop superficiel » celui qui admettra l'existence du recouvrement en question.

D'ailleurs, la coupe interprétative de M. E. Fournier ne rend aucun compte de l'anomalie que montre la carte géologique et que j'ai indiquée précédemment, au sujet du Trias, à savoir que *celui du flanc renversé du pli serait épaissi et que celui du flanc normal est, au contraire, très étiré et qu'il a même parfois disparu*. D'autre part, on ne conçoit guère comment un pli aussi peu important et aussi peu dissymétrique que le léger anticlinal qui affecte les poudingues permo-triasiques dans cette coupe aurait pu donner naissance à un renversement aussi accentué du flanc méridional, renversement qui, à peu de distance de là, a forcément dépassé 6 kilomètres.

Enfin, au sujet du flanc septentrional de cet anticlinal, si la coupe de M. E. Fournier y indique un plongement très régulier des couches secondaires vers le Nord, cela est contradictoire avec l'allure des contours de la feuille de Mauléon en ce point. Le raccordement des couches du Roc de l'Arc avec celles du massif de Layens se faisant par un angle rentrant très marqué qui a son sommet vers le Sud à la traversée du Gave de Lourdios, cela indique un plongement de ces couches au Sud et non au Nord, et, d'ailleurs, M. Carez a reconnu qu'il y a, « sur toute la bordure septentrionale de la bande primaire, des renversements, des plis couchés au Nord et même des lambeaux de recouvrement détachés de leurs racines[1] ». Le grand pli couché du massif de

1. L. Carez. Études géologiques sur la feuille de Mauléon. *B. S. G. F.*, [4], X, 1910, pp. 73-90, pl. I-II (p. 85).

Layens, sur la rive droite du Gave de Lourdios, en est un très bel exemple. La disposition qu'indique la coupe de M. E. Fournier peut cependant se rencontrer en quelques points de ce bord septentrional, mais à titre exceptionnel, ainsi que j'en donnerai l'explication plus loin.

D'autres arguments, à mon sens irréfutables, peuvent achever de démontrer que la coupe donnée par M. Fournier et que la conception d'un simple anticlinal couché sont inadmissibles. Tout d'abord, cette conception ne permet aucunement d'expliquer l'*apparition, aux environs de Sainte-Engrace, de poudingues permiens et de quartzites dinantiens entre le Trias et le Crétacé supérieur* de ce simple flanc renversé ; il faudrait alors que le Trias fût lui-même séparé du Crétacé supérieur par un autre chevauchement, différent du grand repli admis par MM. Fournier et Carez. Enfin, il existe, aux environs de Larrau, une bande triasique continue qui coupe les terrains primaires en leur milieu et qui, réunissant ainsi les deux flancs de ce prétendu anticlinal, est du plus haut intérêt à envisager.

En effet, la feuille de Mauléon montre que, de part et d'autre de ce Trias, qui est accompagné de quelques témoins liasiques, les terrains primaires, tant carbonifères que permiens, se correspondent exactement. Elle montre aussi que, *dans toute la portion où cette bande est transversale par rapport au massif primaire*, soit sur plusieurs kilomètres de longueur, le Trias occupe le fond du vallon de Larrau, alors que les terrains primaires des deux massifs jumeaux de Mendibelza et d'Igounce s'arrêtent à une certaine hauteur au-dessus de la vallée, en regard les uns des autres et de telle sorte que toutes les sinuosités des contours séparatifs du Primaire et du Trias correspondent à une surface presque horizontale. Cela me semble démontrer rigoureusement que *le Trias reste au-dessous du Primaire*, sous lequel il s'enfonce en son bord méridional, et, par conséquent, exclut l'idée que le Trias en question aurait été déposé sur ce Primaire et conservé dans un fossé correspondant à un ennoyage transversal ; ou, du moins, il faudrait que cet ennoyage eût été accompagné d'un double chevauchement sur ses bords, absolument invraisemblable. Acceptons pourtant, pour un instant, comme il le faudrait admettre dans la théorie de M. E. Fournier, que cet ennoyage avec chevauchement bilatéral soit possible. La superposition du Trias au massif primaire ne saurait être alors qu'une superposition tectonique et non stratigraphique. En effet, ce Trias repose, vers le Sud, aux environs de Larrau, sur un important affleurement de *Dévonien inférieur*, qui vient se placer au travers de

la continuité des couches carbonifères plissées du massif de Mendibelza, de la même façon que le Trias, et qui constitue évidemment un élément tectoniquement étranger aux massifs primaires de Mendibelza et d'Igounce. Il faudrait donc, si l'on ne voulait accepter l'idée que le Primaire de ces massifs repose sur le Trias, admettre que celui-ci a été charrié sur ce Primaire en même temps que le Dévonien inférieur, puis que cette nappe a été replissée de telle façon que nous la voyons généralement s'enfoncer sous son substratum.

Cette hypothèse, qui aboutirait à des complications de structure beaucoup plus grandes que la solution que je propose, est d'ailleurs contredite par tout ce qui précède. Je ne crois donc pas qu'il puisse subsister de doute sur le non-enracinement et le caractère charrié des deux massifs primaires en question et sur leur entière superposition à une série de couches secondaires, principalement composée de Trias [1] et qui peut, à l'occasion, s'associer à un substratum primaire formé de couches différentes de celles qui ont été charriées par-dessus. Il est d'ailleurs intéressant de remarquer que les auteurs de la feuille de Mauléon ont indiqué, par une teinte et une notation spéciales (*t-r*, Trias et Permien supérieur), une formation qu'ils ont distinguée des poudingues, schistes et grès rouges des massifs de Mendibelza et d'Igounce, bien que ceux-ci doivent aussi correspondre au Permien et au Trias inférieur. L'emploi simultané de ces deux teintes et notations, sur lequel la Notice explicative de la feuille ne fournit malheureusement aucune indication, semble indiquer que les couches contemporaines doivent avoir des faciès légèrement différents. Or, la feuille montre qu'au Pic Soulaing, sur le bord sud de la partie orientale du massif d'Igounce, la formation *t-r* est recouverte par les poudingues permiens de celui-ci, de sorte qu'elle s'associe évidemment au Trias de la série inférieure et qu'elle semble même pouvoir le remplacer tectoniquement. Il semble en être de même, au bord nord du massif de Mendibelza, pour la bande du même terrain *t-r* qui, au Sud du Pic de Behorleguy, vient indifféremment en contact avec le Carbonifère ou avec les poudingues permo-triasiques de la masse charriée, aux lieu et place du Trias gypseux, qui fait là défaut.

1. On peut facilement concevoir (et cela paraîtra naturel d'après ce qui suivra) que, parmi les témoins des calcaires liasiques qui accompagnent ce Trias, les uns soient superposés à celui-ci, tandis que d'autres se montrent au-dessous de lui, par suite d'un reploiement de cette série secondaire inférieure.

J'admettrai maintenant comme surabondamment démontré, d'après tout ce qui précède, le caractère charrié des deux massifs primaires de Mendibelza et d'Igounce et aussi du témoin du Serrot deu Bouch. C'est probablement à la même nappe que doit aussi appartenir le petit affleurement carbonifère situé au Nord d'Osse, à l'Ouest de Bedous (fig. 1). Au delà de la vallée d'Aspe, une importante masse carbonifère représente un autre lambeau de la même nappe, fortement déchiré vers son extrémité orientale, dans la région du Bois d'Espacte, des Pics Lorry et de la Sentinelle ; elle est surmontée, sur la feuille d'Urdos, par un témoin de sa couverture secondaire originelle, qui forme le Pic de Bergon et que M. Carez a considéré comme ayant été charrié, mais sans son soubassement primaire. En son bord méridional, des environs de Bedous et d'Accous jusqu'au delà du Col d'Iseye, ce Carbonifère repose évidemment sur le Trias ophitique, prolongement de celui de Sainte-Engrace, qui le sépare toujours du Crétacé supérieur méridional. En arrivant au-dessus des Eaux-Chaudes, la profonde érosion du Gave d'Ossau interrompt brusquement la prolongation de cette nappe supérieure et du Trias qui la supporte ; celui-ci ne se montre plus, au bord oriental de l'affleurement de la masse charriée supérieure, que comme formant une lame discontinue au-dessus du Crétacé supérieur. Ce dernier forme la couverture stratigraphique régulière de terrains primaires qui, quoique enracinés, sont fortement chevauchants au Sud par-dessus le Crétacé supérieur des Eaux-Chaudes, sur lequel ils ont laissé des témoins isolés au delà de la vallée d'Ossau. Le substratum du Trias et de la nappe supérieure est donc formé par le plus élevé des chevauchements vers le Sud qui caractérisent le régime méridional dans la région des Eaux-Chaudes, et il semble devoir exister une étroite corrélation entre ces chevauchements et l'entraînement des deux nappes supérieures au-dessus du Crétacé.

L'examen des contours géologiques montre d'ailleurs que ce n'est pas seulement la nappe du Trias qui disparaît souvent, par étirement, entre le Pic Montaut et le Col de Sieste, mais parfois aussi le Crétacé supérieur du substratum, en sorte que le Carbonifère du Pic de la Sentinelle semble reposer en discordance transgressive sur le Dévonien plissé de Laruns ; c'est probablement l'explication de la transgression dinantienne qu'a indiquée M. Carez (*loc. cit.*, p. 86). Un très intéressant témoin du Crétacé supérieur a été conservé au Bois Espacte, reposant sur le Primaire de Laruns et du Col d'Arrioutort et supportant le lambeau carbonifère du Pic Lorry (nappe supérieure), avec interposition d'une

lame triasique sur une partie de son pourtour, d'après une coupe de M. Fournier[1] (il est regrettable que cette lame intéressante n'ait pas été figurée sur la feuille de Mauléon). Il est probable qu'on doit retrouver des témoins d'une semblable lame triasique étirée au bord nord du Crétacé du Bois Espacte, entre celui-ci et la nappe supérieure, à laquelle il y a aussi très probablement lieu de rapporter l'affleurement isolé des quartzites carbonifères du Bois las Catiasses.

Au Nord de cet important témoin de la nappe supérieure, les couches secondaires de la série inférieure (qui ne comprennent plus seulement là du Trias, mais tous les étages plus élevés qui caractérisent la série nord-pyrénéenne) se montreraient d'abord renversées, aux environs de Bedous, puis affectées par les plis empilés et fortement couchés au Nord qu'a décrits M. Carez et que montre la Carte géologique dans le Plateau d'Ourdinse et dans tout le chaînon du Pic Montagnou, jusqu'au Pic de Lauriolle. En ce point, ces couches s'arrêtent brusquement à un nouveau massif primaire, traversé par la vallée d'Ossau entre Béost et Asté et qui, plus à l'Est, se présente comme une digitation de la zone primaire axiale passant au Nord du Crétacé supérieur du Pic de Bazès, dernier témoin de sa couverture de type méridional. Ce massif primaire est délimité de celui de Laruns par une lame triasique qui descend assez bas sur le versant gauche de la vallée d'Ossau et il est accompagné, vers l'Ouest, par une étroite bande de poudingues permotriasiques qui se place tout au travers de la continuité des couches secondaires de la série inférieure du Pic de Lauriolle. Il faut manifestement le rapporter encore à la nappe supérieure ; mais je crois, d'autre part, que nous trouvons, dans sa réunion à la zone primaire axiale, sur la feuille de Tarbes, *la trace de l'enracinement de cette nappe supérieure.*

Relations des lambeaux charriés de la feuille de Mauléon avec les nappes nord-pyrénéennes des régions plus orientales

Il est maintenant utile de chercher à comparer les résultats de cette interprétation des contours de la feuille de Mauléon et de ses confins, avec les données que m'a fournies mon étude des régions situées plus à l'Est, données que j'ai résumées plus haut et sur lesquelles je ne reviendrai pas ici. Je me bornerai à rappeler que la nappe nord-pyrénéenne supérieure (*nappe C*) est représentée

1. *B. S. G. F.*, [4]. V, 1905; fig. 2, p. 710. Le Pic de Lorry de cette coupe n'est pas celui de la Carte géologique, qui correspond au point 1910 de la coupe et de l'ancienne édition de la Carte de l'État-Major.

par une série de témoins de taille très variable, principalement formés de terrains primaires et dont la couverture secondaire se montre toujours peu plissée lorsqu'elle existe. Cette couverture est formée par la série très régulière des couches secondaires que j'ai désignée sous le nom de série nord-pyrénéenne, débutant souvent par d'épaisses masses de grès et de poudingues permo-triasiques. La nappe qui lui sert normalement de substratum (*nappe B*) est spécialement caractérisée par le faciès plus ou moins métamorphique qu'y présentent souvent les couches de la série secondaire et par le grand développement qu'y prennent les roches basiques intrusives (*ophites et lherzolites*) ; d'autre part, cette série secondaire débute souvent par le Trias gypseux et elle est généralement beaucoup plus plissée que celle de la nappe supérieure, qui a passé au-dessus d'elle.

Or, nous retrouvons, avec la plus remarquable netteté, ces divers caractères dans les deux nappes que nous avons vues se superposer au Crétacé méridional. La nappe supérieure, dont nous avons suivi les divers témoins depuis la limite occidentale de la feuille de Mauléon jusqu'à sa pénétration dans l'angle SW. de la feuille de Tarbes, est manifestement le représentant de la nappe C que j'ai étudiée, en venant de l'Est, jusque dans l'angle NE. de la feuille de Luz, où elle est représentée par la terminaison occidentale du massif primaire de la Barousse, bien développé dans le NW. de la feuille de Bagnères-de-Luchon ; la série secondaire qui recouvre et borde ce massif vers le Nord et qui correspond à la charnière frontale de la nappe C est semblable à celle du Pic de Bergon. Quant à la nappe qui en forme le substratum dans la feuille de Mauléon, on peut facilement, sur les feuilles de Tarbes et de Luz, suivre sa parfaite continuité avec la nappe B qui sert de substratum au massif primaire de la Barousse et à sa charnière frontale de couches secondaires. *La continuité de ces deux nappes nord-pyrénéennes s'établit donc maintenant, sans interruption, depuis les Corbières Orientales (pour la nappe B) ou la vallée de l'Aude (pour la nappe C) jusqu'à la Nive, c'est-à-dire sur plus de 350 kilomètres de long, et cette remarquable continuité est certainement de nature à démontrer qu'il ne s'agit pas là d'accidents locaux, mais d'un phénomène primordial dans la tectonique de la chaîne pyrénéenne.*

Toutefois, les conditions dans lesquelles se présentent les témoins isolés de la nappe C et le bord méridional de la nappe B ne sont plus, dans les Basses-Pyrénées, les mêmes que dans les Pyrénées Orientales et Centrales. De même que dans celles-ci, on ne saurait chercher la racine de ces nappes vers le Nord ;

mais ici on ne peut plus la trouver au Sud de leur emplacement actuel. En effet, tandis que les nappes B et C doivent normalement s'enraciner dans la portion de la zone primaire axiale située au Nord des premiers témoins de sa couverture méridionale (ce à quoi ne s'oppose aucune difficulté pour les régions que j'ai précédemment étudiées), ces nappes sont ici directement superposées, en leur bord sud, au Crétacé supérieur de la série méridionale. Plus au Sud, on ne trouve que les couches crétacées supérieures et nummulitiques de ce régime méridional, d'où ne peuvent évidemment provenir les couches nord-pyrénéennes du Pic de Bergon, ni celles de la série B, qui est indiscutablement liée au versant nord de la zone axiale. La seule solution consiste évidemment en un enracinement aujourd'hui caché sous l'emplacement des nappes elles-mêmes, et c'est ce que nous avons d'ailleurs vu devoir exister pour l'enracinement du Primaire de la nappe C dans l'angle SW. de la feuille de Tarbes; cet enracinement n'y devient apparent qu'à cause de l'érosion de la nappe en question[1].

Par conséquent, *si les nappes B et C se sont bien formées par un charriage vers le Nord, suivant le procédé que j'ai admis, leur disposition actuelle dans les régions occidentales de la chaîne ne peut s'expliquer que par un déplacement ultérieur vers le Sud, qui les a fait revenir en arrière de leurs racines et recouvrir celles-ci.* Il y a là une anomalie un peu troublante au premier abord ; mais elle ne saurait être invoquée contre la réalité des nappes nord-pyrénéennes, car il est très facile de démontrer, toujours par la feuille de Mauléon, que ce *retour au Sud* existe effectivement et de suivre sa genèse lorsqu'on étudie attentivement les feuilles de Tarbes et de Luz ; on peut, en même temps, vérifier que cette anomalie est liée au phénomène général des chevauchements au Sud qui se rencontrent dans la portion méridionale de la chaîne.

L'étude attentive de la feuille de Mauléon permet effectivement d'affirmer : 1° *que la nappe C a été d'abord charriée vers le Nord par-dessus la nappe B* ; 2° *que toutes deux ont acquis ensuite leur disposition actuelle en se repliant ensemble vers le Sud* (fig. 2). Nous savons, en effet, que les couches secondaires de B y sont souvent renversées au Nord et affectées de plis couchés très

1. Il faut remarquer que cet enracinement est extrêmement voisin du premier témoin de la couverture méridionale de Crétacé supérieur ; cela est d'accord avec le fait que, dans le massif de Mendibelza, la nappe C commence à admettre dans sa constitution un peu de Cénomanien coralligène, qui se rattache à celui de la bordure méridionale et qui est directement transgressif sur les poudingues permiens ou même sur le Carbonifère.

intenses vers le Nord, dont j'ai parlé précédemment et qui, remarquablement nets dans les points où l'érosion de la nappe C a mis son substratum à découvert, semblent bien devoir être interprétés comme le résultat du traînage de cette nappe C, d'aspect beaucoup plus tranquille, au-dessus de ce substratum.

Mais il existe des faits encore plus probants ; au bord septentrional des massifs primaires charriés de Mendibelza et d'Igounce, nous avons vu, d'après M. Carez, que les couches secondaires de la série B sont habituellement renversées au Nord et que même il existe des lambeaux de recouvrement séparés de leurs racines. C'est ainsi que les calcaires liasiques y reposent, en témoins isolés, au-dessus d'une épaisse masse albienne inférieure, sur laquelle le Primaire de la nappe C est lui-même venu reposer directement durant plusieurs kilomètres, au Sud des

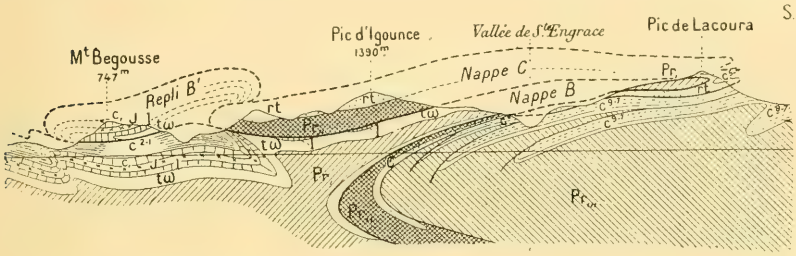


Fig. 2. — Coupe schématique des Pyrénées Basques au Sud de Tardots (*CR. Ac. Sc.* clii, 1911, p. 640). — Échelle 1/160000

Pr_{I} Pr_{II} Pr_{III}, Terrains primaires anté-permiens des nappes B, C et de la zone axiale; *rt*, Poudingues et grès permo-triasiques ; *tw*, Trias gypseux et ophitique, *l*, Lias ; J. Jurassique ; *c*, Aptien ; c^{2-1}, Albien ; c^{5-4}, Cénomanien ; c^{9-7}, Crétacé supérieur.

villages d'Etchebar, d'Alberey et de Haux. Immédiatement au Nord de ce contact et sur le même substratum albien, se rencontre le paquet charrié fort intéressant qui s'étend de l'W. du village d'Etchebar jusqu'au Mont Begousse, au SW. de Montory, par le Pic Lechancumendy et la Montagne d'Argou. M. Carez a reconnu que ce lambeau, composé de Trias, de Jurassique et d'Aptien, « semble avoir été détaché de la place qu'il occupait pour être lancé au Nord en glissant sur les schistes (albiens) » et il admet que « c'est incontestablement un lambeau de recouvrement venu du Sud » (*loc. cit.*, p. 85). Je ne puis que souscrire à cette conclusion, en ajoutant simplement que la forme des contours figurés par M. Carez indique nettement, à l'entour du village d'Etchebar, qu'il s'agit, dans ce témoin charrié, de la charnière anticlinale et du flanc normal d'un repli de la nappe B,

dont le flanc inverse laminé devait évidemment se rattacher à la série renversée qui existe sous le front de la nappe C.

Ce repli, que je désignerai par la notation B′, est principalement formé par les couches de la série B supérieures au Trias. Or, on peut constater, soit dans la vallée transversale de Larrau, qui met localement à découvert le substratum de la nappe C, soit dans le massif de Layens, après la terminaison orientale de la masse charriée du Pic d'Igounce, qu'*au-dessous de la nappe C, la surface de la nappe B est presque entièrement dépourvue de ses termes supérieurs au Trias*. Il me semble tout naturel de rapprocher ces deux constatations et de penser qu'il y a eu *décollement de ces couches supérieures*, principalement calcaires et d'une plasticité très différente de celle du Trias sous-jacent, *et entraînement vers le Nord* lors de l'avancée de la nappe C, au front de laquelle elles ont produit le *bourrelet marginal B′*. C'est évidemment la continuation du même phénomène qui a donné naissance au lambeau charrié du Pic d'Arguibèle et de Pène-Arrouye, que M. Carez considère aussi comme venu du Sud.

Lors de sa formation, ce bourrelet a d'ailleurs pu rejaillir quelque peu en arrière, c'est-à-dire au Sud, sur le front de la nappe supérieure, et ainsi l'on s'explique facilement que localement, lorsque l'érosion a respecté ce recouvrement, les poudingues permotriasiques de la nappe C puissent plonger au Nord, en leur bord septentrional, sous une couverture, en apparence régulière, formée par le Trias, puis par les couches plus élevées de la nappe B.

Il ne me semble pas pouvoir subsister de doute, non seulement sur la superposition des témoins de la nappe C à la série B, mais aussi sur le fait du *traînage vers le Nord de cette nappe C sur son substratum*. Je vais maintenant chercher à démontrer ma seconde proposition, c'est-à-dire que *les deux nappes B et C ont été repliées ensemble vers le Sud, en un grand pli couché commun et qui, par suite, correspond à un second temps du phénomène orogénique pyrénéen de l'époque tertiaire*.

Pour cela, il suffit de se reporter à la feuille de Mauléon, aux environs de Sainte-Engrace, où la profonde érosion qui s'est produite au bord méridional du massif d'Igounce permet de constater que *la nappe C y rejoint sa racine par une lame renversée et discontinue qui s'enfonce au Nord sous la nappe B, entre celle-ci et le Crétacé supérieur du substratum*. Il me semble, en effet, qu'on ne peut donner d'autre explication aux témoins de poudingues permiens qui, au Sud de Sainte-Engrace et jusqu'au Pic de Lacoura, recouvrent ce Crétacé et sont eux-mêmes surmontés

par des couches siluriennes renversées, ni pour les témoins de la lame de poudingues permiens et de quartzites carbonifères que figure la feuille de Mauléon entre le Trias de Sainte-Engrace et le Crétacé, au Nord de la vallée. Cette lame serait, en tout cas, comme nous l'avons vu, absolument inexplicable dans la conception de MM. Fournier et Carez, c'est-à-dire si le Trias de Sainte-Engrace n'est que le simple flanc renversé d'un anticlinal couché dont le noyau serait formé par le massif primaire qui le surmonte.

Il résulte forcément, de cet enfoncement d'une lame étirée de la nappe C sous la nappe B, que *celle-ci peut se présenter, aux environs de Sainte-Engrace, repliée sur elle-même en un anticlinal couché au Sud*, et cela explique parfaitement le grand développement qu'y prennent les couches triasiques, alors que nous avons vu précédemment que leur grande épaisseur était contradictoire avec la conception de MM. Fournier et Carez. Ce reploiement de la nappe B vers le Sud est très net au delà de la terminaison du massif d'Igounce, et il y est mis en évidence par le retour de calcaires liasiques entre le Crétacé et le Trias à l'Ouest de la vallée d'Aspe ; il tourne le dos au grand pli couché vers le Nord que montre la même série B dans le massif de Layens.

On peut facilement constater que la nappe B, ainsi *encapuchonnée* dans la nappe supérieure C, l'a accompagnée, dans son retour en arrière, jusqu'au Pic de Lacoura. La difficulté, reconnue par M. Carez (*loc. cit.*, p. 84), d'expliquer l'origine du Gothlandien et de l'Ordovicien qui reposent sur les poudingues permiens par un chevauchement du massif d'Igounce, où ne se montre que du Carbonifère, est levée si ces témoins primaires appartiennent à la nappe B, comme leur voisin stratigraphique le Dévonien inférieur de Larrau. La feuille de Mauléon montre, d'ailleurs, à l'Est de Sainte-Engrace, un petit lambeau de Dévonien inférieur associé au Trias, presque en regard des témoins siluriens en question.

L'existence de ce rejet au Sud de leurs racines s'impose aussi, à la vallée d'Ossau, pour les deux nappes B et C, puisque le Primaire de C, enraciné au Nord de Béost, a reculé sur les sommets jusqu'au delà du Pic de Bergon et que le Trias de la nappe B, laquelle est forcément d'origine plus septentrionale que C, ressort de dessous celle-ci et se montre encore plus au Sud. Il serait intéressant de reprendre minutieusement l'étude du contact anormal qui limite ce Trias vers le Sud et qui le sépare du Crétacé méridional, afin de voir s'il ne s'y rencontre pas quelques menus témoins des couches de la nappe C, qui jalonneraient le retour de celle-ci allant rejoindre sa racine en profondeur, comme à l'Ouest de Sainte-Engrace, et qui auraient échappé à l'attention

des auteurs, non avertis, des feuilles de Mauléon et d'Urdos. Il est, en tout cas, intéressant de constater que le caractère anormal de ce contact les a frappés, alors qu'il est presque contradictoire, par sa remarquable régularité, avec la conception que le Trias et le Crétacé feraient partie du même flanc renversé d'un chapelet de brachyanticlinaux s'échelonnant au long de « l'axe de la chaîne ».

L'important contre-charriage simultané des deux nappes B et C commence à se voir nettement sur la feuille de Tarbes, vers la traversée de la vallée de l'Adour. Dans l'angle SW. de cette feuille, la masse primaire par laquelle s'enracine probablement la nappe C est déjà nettement rejetée au Sud, d'après les contours de M. Bresson. En outre, de nombreux lambeaux de Trias ophitique, épars à la surface des terrains primaires de cette racine, me semblent devoir être considérés comme des témoins du rejaillissement de la nappe B vers le Sud, jusqu'au droit et au pied du Crétacé supérieur du Pic de Bazès, premier témoin vers le Nord de la couverture à faciès méridional de la zone primaire axiale. Celle-ci porte aussi la trace du même phénomène, dans le coude très brusque que montrent les plis des terrains primaires à l'Est de Gazost et au delà duquel ils reprennent la direction NW.-SE. qui leur est habituelle dans les Pyrénées Orientales et Centrales, alors qu'à l'Ouest de ce coude ces plis se dévient parallèlement au témoin crétacé du Pic de Bazès et à la racine rejetée de la nappe C, dont ils jalonnent même peut-être simplement la continuation à l'Est des vallées du Lauzon et du Gave de Pau.

Il importe aussi de noter qu'en même temps, la série secondaire nord-pyrénéenne autochtone A cesse d'être entièrement masquée au bord septentrional de la zone primaire axiale, comme elle l'est dans la partie occidentale de la feuille de Tarbes. Elle commence à se montrer, non seulement au travers des déchirures de la nappe B, mais aussi entre le bord méridional de celle-ci, dont elle forme le substratum évident, et les terrains primaires de la zone axiale sur lesquels elle repose stratigraphiquement. C'est ainsi que naît la disposition plus simple qui est habituelle au bord méridional du massif de la Barousse, dans l'angle NE. de la feuille de Luz et surtout dans le NW. de celle de Bagnères-de-Luchon, disposition que j'ai décrite dans mes publications antérieures et sur laquelle je ne reviendrai pas ici.

Les nappes nord-pyrénéennes a l'Ouest de la feuille de Mauléon

Il me faut maintenant rechercher si nous pouvons suivre ce retour des nappes B et C au Sud de leur situation initiale en allant du côté opposé, c'est-à-dire au delà de la limite occidentale de la feuille de Mauléon. Pour cela, il faut nous adresser à la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port, dont les contours sont dus à M. Termier et sur laquelle nous n'avons guère, comme renseignements complémentaires, que les publications de MM. Stuart-Menteath et Fournier. Or, M. Termier a reconnu et affirmé, à cause de la disposition lenticulaire qu'y montrent souvent les couches secondaires et primaires, mais sans avoir d'ailleurs pu trouver d'exemple probant de recouvrement, *que la structure du Pays basque est celle d'un pays de nappes*, et cette opinion a été formellement contredite par les autres auteurs que je viens de citer. Il est donc intéressant de chercher, à la lumière de notre nouvelle interprétation, si la prolongation des mêmes faits peut s'y reconnaître.

Les poudingues de Mendibelza s'arrêtent à peu de distance du bord de la feuille de Mauléon et ne dépassent guère la Nive de Béhérobie ; à la traversée de celle-ci, ils se terminent, d'après une coupe de M. Fournier, en reposant vers le NW. sur le Trias de Saint-Michel et de Saint-Jean-Pied-de-Port par l'intermédiaire d'une lame de schistes carbonifères, c'est-à-dire d'une façon tout à fait conforme à mon interprétation. D'autre part, ce Trias admet comme substratum, en venant depuis la Nive d'Arnéguy dans la direction de Honto, au SW. de St-Michel, une lame peu épaisse de schistes siluriens (Ordovicien et Gothlandien [1]), sur laquelle, après disparition du Trias, reposent directement les poudingues de Mendibelza de la nappe C, depuis la Nive de Béhérobie jusqu'à leur terminaison vers le Sud. Ces schistes siluriens sont évidemment étrangers à la nappe C, car le substratum carbonifère des poudingues permiens, qui caractérise cette nappe dans le massif de Mendibelza, se montre, sur la feuille de Mauléon, jusqu'au fond de la Nive de Béhérobie, et M. Fournier indique son existence au-dessus du Trias de Saint-Michel, ainsi que je viens de le rappeler. Comme le Silurien des lambeaux au Sud de Sainte-Engrace ou le Dévonien inférieur de Larrau, il doit s'agir de couches primaires appartenant à la base de la nappe B et qui forment le substratum normal du Trias de Saint-Jean-Pied-de-Port

1. C'est à cet étage qu'il faut rapporter la bande des schistes notés s^1 sur la Carte, ainsi que M. Termier l'indique dubitativement dans la Notice explicative.

et de Saint-Michel ; celui-ci se rattache d'ailleurs directement à celui qui, sur la feuille de Mauléon, se poursuit, en une bande discontinue, au bord septentrional des massifs de Mendibelza et d'Igounce et qui va ensuite rejoindre la nappe B, largement mise à découvert lorsque l'érosion a fait disparaître la nappe supérieure.

Je crois donc qu'on peut tenir pour presque certain que le Trias de Saint-Jean-Pied-de-Port et la lame silurienne sur laquelle il repose au SW. de Saint-Michel appartiennent à la nappe B. Or, la forme du contour qui sépare ce Silurien, puis le Trias au delà de la Nive d'Arnéguy, d'avec l'étroite bande de Crétacé supérieur qui, se détachant de la zone méridionale, se dirige vers Saint-Étienne-de-Baigory, semble bien démontrer qu'il y a encore là superposition des terrains de la nappe B à ce Crétacé méridional. M. Fournier a d'ailleurs indiqué cet enfoncement du Crétacé sous le Primaire pour les environs de Honto et de la route d'Arnéguy.

Il me semble ainsi très probable que l'étroite bande crétacée en question n'est qu'une *fenêtre*, non fermée à son extrémité sud et qui peut d'ailleurs présenter une disposition plus ou moins isoclinale ; en d'autres termes, je crois, sous réserve d'une vérification ultérieure[1], que l'important massif silurien du Valcarlos est aussi un témoin de la nappe B, dont la superposition au Crétacé méridional se poursuivrait là jusqu'au contact anormal de Roncevaux. Celui-ci prolonge presque exactement, avec sa direction sensiblement E.-W., celui que nous avons reconnu au bord méridional de la nappe B dans le NE. de la feuille d'Urdos, puis au Sud de celle de Mauléon. Le rejet au Sud a augmenté d'importance et il atteindrait *au minimum 17 km. au méridien de Roncevaux.* Tandis que les nappes nord-pyrénéennes B et C conservent une direction sensiblement constante et presque exactement E.-W., le substratum méridional semble s'enfoncer de plus en plus au-dessous d'elles, en gardant la direction sensiblement WNW.-ESE. qu'il montre lors de son enfouissement aux Eaux-Chaudes et que reproduit la partie septentrionale de la fenêtre crétacée qui se montre au SW. de Saint-Michel et d'Anhaux.

Il me semble permis aussi de penser, bien que je ne veuille pas chercher à poursuivre ici davantage la délimitation des nappes nord-pyrénéennes, que l'important affleurement ovalaire de Crétacé supérieur qui se montre à cheval sur la limite des feuilles de Saint-Jean-Pied-de-Port et de Bayonne et qui, ensuite, se poursuit dans la direction de Vera sous la forme d'une étroite

1. Cette prévision a été vérifiée par M. Termier et moi, au cours d'une excursion commune faite à la fin de juin 1911 (*CR. Ac. Sc.*, t. 153, p. 919-924).

bande linéaire orientée E.-W., ne représente aussi qu'une semblable fenêtre. La seule question qui me semble douteuse est de savoir si cette *fenêtre d'Ainhoa* montre encore la prolongation du Crétacé méridional, ou bien si nous avons déjà là, au travers des nappes nord-pyrénéennes, une apparition du Crétacé sous-pyrénéen septentrional[1], dont je vais maintenant chercher à interpréter les relations avec les terrains nord-pyrénéens dans la partie occidentale de la chaîne, en prenant toujours comme point de départ l'étude fort instructive des contours de la feuille de Mauléon.

La zone cénomanienne sur la feuille de Mauléon

Les divers faits paradoxaux que M. Carez a indiqués sur la feuille de Mauléon, au Nord des témoins de la nappe C, peuvent s'interpréter avec facilité si l'on remarque qu'indiscutablement *le Cénomanien qui occupe la plus grande partie du Nord de cette feuille ne peut être considéré comme étant en repos transgressif normal, mais comme poussé au Sud sur les divers terrains qui le supportent.* Il est d'ailleurs possible que des klippes de certains terrains antérieurs à l'Albien, sur lesquels le Cénomanien reposerait par l'intermédiaire de conglomérats formés d'éléments provenant de ces terrains[2], aient été entraînées à la base du Cénomanien, entre celui-ci et l'Albien qui en constitue le substratum habituel sur la feuille de Mauléon.

Il n'est pas besoin d'arguments tirés de points de détail pour montrer que le contact entre le Cénomanien et les couches qu'il recouvre depuis les environs d'Arudy jusqu'à ceux de Saint-Jean-le-Vieux, ne peut être qu'*un contact tectonique.* En effet, la feuille de Mauléon montre qu'à l'Ouest de la traversée de la vallée d'Aspe, vers Issor et Asasp, le Cénomanien vient recouvrir les accidents tectoniques fort importants qui traversent la vallée aux environs de Lurbe et qui ont été décrits par M. Carez. *Ces accidents devraient donc être antérieurs au dépôt du Cénomanien, si celui-ci était simplement transgressif*, alors qu'ils sont inséparables de tous ceux qui les avoisinent et qui, en certains points, ont manifestement affecté le Cénomanien aussi bien que les terrains antérieurs. En particulier, la coupe des environs de Jaxu,

1. C'est la seconde de ces deux hypothèses qui s'est montrée exacte, d'après les observations faites par M. Termier et moi au Sud d'Espelette ; une autre fenêtre crétacée, beaucoup plus petite, se montre sur la feuille de Bayonne, à l'ENE. de la précédente (*Note ajoutée pendant l'impression*).

2. Au cours de l'excursion faite avec M. Termier, certains de ces conglomérats ont été reconnus comme des brèches de friction ou mylonites parfaitement caractérisées (*Id.*).

sur la limite occidentale de la feuille de Mauléon, qui a été donnée antérieurement par M. E. Fournier (*B. S. G. F.*, (4), VII, fig. 21, p. 153) montre avec évidence, bien que son auteur n'en ait pas tiré cette conclusion, que les terrains nord-pyrénéens ont été poussés sur le Cénomanien, dont ils forment en même temps le substratum et au travers duquel ils pointent aussi en lames chevauchantes[1]. On sait d'ailleurs que, dans toute la zone sous-pyrénéenne avoisinante, les couches terminales du Crétacé et même celles du Nummulitique ont été affectées par le même régime tectonique que les couches plus anciennes.

Le régime des plissements nord-pyrénéens ne pouvant être antérieur au dépôt des couches qu'il a si profondément atteintes, il en résulte forcément que le Cénomanien en question a dû être amené par un chevauchement au-dessus des couches qui en forment le substratum sur toute la longueur du contact indiqué. Cela est rendu évident par la présence de plusieurs témoins d'une lame étirée de terrains inférieurs à l'Albien dans ce contact ; la fort intéressante lame triasique que figure la feuille de Mauléon à l'Est de Menditte, sur la rive droite de la vallée du Gave de Mauléon, suffirait à elle seule à démontrer que ce chevauchement existe, et, d'autre part, *il ne peut s'être fait que du Nord vers le Sud*, puisque le Cénomanien en question est en continuité avec la bande sous-pyrénéenne septentrionale.

Dans cette région, où il semble difficile de poursuivre la distinction des nappes A et B (qui pourrait d'ailleurs ne plus exister, par suite de la diminution graduelle de l'importance du synclinal qui les sépare), on observe donc un *chevauchement de la région pré-pyrénéenne vers le Sud sur la région nord-pyrénéenne*, alors que les relations habituelles (ou, du moins, celles que j'ai considérées comme normales dans la partie de la chaîne que j'ai étudiée) sont inversées et caractérisées par un chevauchement de l'Albien ou des terrains plus anciens de la zone nord-pyrénéenne vers le Nord sur le Cénomanien. Il est d'ailleurs facile de démontrer, toujours en s'aidant de la feuille de Mauléon, qu'il s'agit effectivement, dans ce chevauchement du Cénomanien vers le Sud, d'une inversion des conditions précédentes par un phénomène de *retour* ou de *contre-charriage* semblable à celui dont j'ai essayé de démontrer l'existence pour les nappes B et C. En effet, le chevauchement des terrains nord-pyrénéens au Nord sur le Cénomanien, qui est normal le long du front nord-pyrénéen, se montre encore dans l'Est de cette feuille si intéressante ; il peut d'abord s'y suivre sur près

1. Le caractère de *Klippes* de ces lames de terrains nord-pyrénéens est remarquablement net en ce point, ainsi que M. Termier et moi l'avons reconnu.

de 10 kilomètres, passant au Sud de Lasseubetat et se poursuivant jusqu'aux environs d'Escou, d'où la limite méridionale des affleurements du Cénomanien recule brusquement jusqu'à la hauteur d'Arudy, pour se poursuivre alors, avec le caractère anormal que je viens de signaler, jusqu'au bord occidental de la feuille.

Mais il semble qu'on puisse préciser davantage, grâce à l'existence d'un affleurement albien important qui traverse le Cénomanien et qui, naissant à la traversée du Gave de Mauléon, se poursuit jusqu'au bord septentrional de la feuille, à l'Est de Saint-Palais, pour s'étendre ensuite sur celle d'Orthez, où nous n'avons malheureusement pas encore ses contours. Il est fort intéressant de constater que le bord NE. de cet affleurement, d'ailleurs rectiligne, vient se placer exactement dans le prolongement du front nord-pyrénéen que nous avons suivi jusqu'à Escou, et que, d'autre part, les indications de plongement qu'a fait figurer M. Carez sur la carte géologique montrent que *le Cénomanien s'y enfonce sous l'Albien en plongeant vers le Sud.* Nous connaîtrions donc ainsi le départ de ce contre-charriage du Cénomanien vers le Sud et il est, d'autre part, très probable que sa limite méridionale n'a guère dépassé celle de l'affleurement actuel du Cénomanien, au Sud de laquelle ne se montre aucun affleurement isolé de ce terrain, ce qui serait peu explicable s'il s'agissait d'un dépôt transgressif au lieu d'un repli charrié.

Je crois que c'est à ce contre-charriage du Cénomanien qu'il faut attribuer la genèse des plis de Bielle-Lurbe et de Serrance, qui passent à des chevauchements enracinés vers le Sud et qu'a décrits M. Carez, dans les terrains nord-pyrénéens ayant servi de substratum à ce chevauchement, et ainsi achèvent progressivement de s'expliquer les anomalies de structure de cette région si intéressante. Ces accidents se seraient formés d'une façon analogue aux replis en sens inverse que montrent les mêmes terrains nord-pyrénéens de la nappe B au front septentrional et au-dessous de la nappe C, mais cette fois ils auraient été produits sous l'action du contre-charriage de la région pré-pyrénéenne.

Une dernière conséquence à mettre en évidence est la suivante : c'est que, de même que la nappe B s'est encapuchonnée dans la nappe C et que les terrains de celle-ci peuvent se rencontrer, dans l'étendue du rejet au Sud, au-dessus comme au-dessous des couches de la nappe B, de même les terrains nord-pyrénéens (du Trias à l'Albien, et même occasionnellement des couches primaires des nappes A et B) peuvent se rencontrer tant en *fenêtres* sous le Cénomanien qu'en *témoins* au-dessus de celui-ci. La coupe des environs de Jaxu, donnée par M. E. Fournier et à laquelle j'ai

précédemment fait allusion, me semble un excellent exemple de cette proposition, et il est à remarquer que M. E. Fournier a été quelque peu embarrassé pour expliquer cette disposition ; car si, dans sa coupe, il figure une tentative d'enracinement du lambeau supérieur du Trias par une sorte de cheminée éruptive, il indique, dans le texte correspondant, qu'il croit « devoir en réserver l'interprétation en l'état actuel de nos connaissances » (*loc. cit.*, p. 154).

Je crois donc qu'une revision des affleurements des couches autres que le Cénomanien qui se montrent dans le NW. de la feuille de Mauléon s'imposera, afin de reconnaître quels sont ceux de ces affleurements qui sortent effectivement de dessous le Cénomanien et ceux qui se montrent par-dessus, tels que certains lambeaux de Trias ophitique que la Carte indique en des points culminants. C'est ainsi que, si le grand affleurement triasique situé au NE. d'Armendaritz semble, d'après la Carte, former le substratum du Cénomanien, par contre le gneiss et les couches liasiques et urgoaptiennes situées au NW. du même village semblent bien, si le contour qui les sépare du Cénomanien présente les angles rentrants figurés à la traversée des vallons, n'être que des témoins d'une importante masse charriée au-dessus du Cénomanien. Cette nappe devrait alors comprendre le gneiss du Labourd, qui sera peut-être à séparer tectoniquement des schistes anciens qui, dans la région d'Ossès (feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port), forment le substratum tectonique du Cénomanien et au-dessous desquels le Trias gypso-ophitique semble affleurer en une fenêtre bien caractérisée (*fenêtre d'Ossès*)[1].

Je tiens d'ailleurs à bien faire remarquer qu'en indiquant toutes ces probabilités, je ne désire que mettre en évidence la nécessité de nouvelles études du Pays Basque, dont la complexité apparaît telle que, dans le Sud de la feuille de Bayonne, la disposition des couches en lentilles semble presque devenir la règle et qu'une bonne partie des contacts qui y sont figurés doivent être considérés comme anormaux.

Essai d'explication des plis couchés et chevauchements vers le Sud

Après avoir ainsi exposé les principaux faits que les contours de la feuille de Mauléon et des feuilles voisines me semblent mettre en lumière, j'ajouterai qu'il me paraît évident que

1. Ces diverses hypothèses ont été vérifiées au cours de l'excursion faite avec M. Termier ; le massif de Labourd et le Trias d'Ossès appartiennent à la nappe A voir *CR. Ac. Sc.*, t. 153, p. 919-922).

la production du contre-charriage de la zone cénomanienne sur les terrains nord-pyrénéens et sa répercussion sur ceux-ci en plis couchés et chevauchements locaux au Sud, ni l'origine du reploiement et du contre-charriage des nappes B et C sur le Crétacé supérieur méridional, ne sauraient être séparés génétiquement du régime des chevauchements vers le Sud qui ont affecté ce dernier en même temps que son substratum primaire. Nous avons vu qu'aux Eaux-Chaudes, ce régime sort de dessous les nappes B et C de telle façon qu'il est logique d'admettre que tous ces mouvements ont été concomitants; le rejet que montre la racine primaire de la nappe C dans l'angle SW. de la feuille de Tarbes n'est évidemment pas à séparer morphologiquement de la façon dont se terminent les chevauchements des Eaux-Chaudes au milieu des terrains primaires de la zone axiale. D'autre part, ces chevauchements se poursuivent évidemment en profondeur, vers l'Ouest, sous les nappes B et C contre-charriées; c'est là ce que j'ai cru devoir faire figurer schématiquement dans ma coupe synthétique des environs de Sainte-Engrace, en y prolongeant en profondeur l'allure des environs des Eaux-Chaudes.

Mais si, dans une première analyse de ces accidents qui compliquent si fortement la structure des Pyrénées Occidentales et qui devaient la rendre presque indéchiffrable à moins de venir des parties orientales de la chaîne, il est naturel de parler de *mouvements au Sud*, il importe de bien préciser qu'il ne s'agit là que du *sens relatif du déplacement des parties superficielles par rapport aux plus profondes.* Il ne faut pas oublier non plus qu'un même déplacement relatif peut être dû à des mouvements absolus ayant eu lieu en sens inverse et que, dans le cas particulier, la disposition indiquée peut s'être aussi bien produite par avancée des parties superficielles vers le Sud que par enfoncement de leur substratum vers le Nord.

Or, si l'on examine la carte structurale de l'ensemble de la chaîne pyrénéenne (pl. I), on constate facilement que la direction des nappes nord-pyrénéennes B et C y reste remarquablement constante sur tout le long trajet, de plus de 320 kilomètres, sur lequel on peut les suivre depuis la torsion des Corbières Orientales. Elles ne semblent pas porter de trace importante d'une déviation corrélative de leur chevauchement vers le Sud sur le Crétacé méridional et de leur entraînement par-dessus l'emplacement de leurs racines (ou, mieux, de leurs régions d'origine) qui, dans les parties plus orientales de la chaîne, doit au contraire être cherché notablement au Sud des témoins de ces nappes,

surtout pour la nappe supérieure C. Il me semble logique d'admettre qu'en réalité ces nappes, après leur translation nord-pyrénéenne, n'ont pas subi de déplacement effectif important vers le Sud, mais qu'au contraire *ce serait leur substratum qui se serait enfoncé vers le Nord au-dessous d'elles*, en se comprimant et se plissant, de façon à ce que leurs racines aient été *passivement* renversées et entraînées jusqu'au point de disparaître sous l'emplacement des nappes qui en étaient originaires.

Ce sous-charriage profond (*Unterschiebung*) de la zone primaire axiale et de sa couverture de Crétacé supérieur du type méridional se serait décomposé en plusieurs accidents analogues et aurait été accompagné de la production des chevauchements imbriqués vers le Sud, pour la formation desquels la préexistence, dans les terrains anciens, d'un régime de plis antérieurs, datant du Permien et déjà normalement déjetés vers le Sud, constituait une prédestination marquée. Quant à la cause de cet enfoncement, il me semble qu'on ne peut l'attribuer qu'à une *surcompression* de la partie occidentale de la chaîne pyrénéenne, analogue à celle que M. Argand vient d'invoquer pour expliquer le retournement des racines des nappes pennines et l'*emboutissage* de ces nappes[1]. Comme lui, je pense que la production de la structure en éventail résultante ne peut guère avoir été postérieure à la translation des nappes nord-pyrénéennes et qu'elle constitue seulement une seconde phase du phénomène orogénique total qui a eu lieu aux temps éocènes et oligocènes.

Cette conception apporte une grande simplification dans la compréhension de la structure pyrénéenne. Au lieu de devoir faire intervenir deux sens discordants de poussées dans la production des accidents de sens différents, ceux-ci s'expliqueraient ainsi simplement *par des degrés divers et des phases successives de l'action d'une même poussée tangentielle, dont l'effet normal et initial a été la production des charriages nord-pyrénéens.*

Relations des Pyrénées avec leur avant-pays septentrional et le Bassin de l'Aquitaine

Il me semble maintenant intéressant et même désirable de chercher à assigner une cause probable à l'accentuation progressive des mouvements vers le Sud dans les régions de plus en plus occidentales de la chaîne ou, ce qui revient au même, à la surcom-

1. E. Argand. Les nappes de recouvrement des Alpes Pennines et leurs prolongements structuraux. *Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse*, nouvelle série, XXXIe livraison, 1911, 25 p. et 3 pl.

pression tangentielle de plus en plus grande de celle-ci. Il me semble qu'on peut logiquement l'attribuer au rapprochement graduel, vers l'Ouest, de la Meseta Ibérique, qui aurait transmis les poussées venues du Sud, et d'un *massif primaire sous-pyrénéen*, formant le soubassement de l'avant-pays septentrional, qui aurait servi de butoir. J'ai déjà signalé incidemment, au début de cette note, l'existence des terrains primaires à la base du Crétacé supérieur sous-pyrénéen, ramenés en klippes à la base du Cénomanien de la nappe pré-pyrénéenne des Pyrénées Centrales. Il me paraît très probable qu'il existe, en avant de la chaîne et sur toute sa longueur, un semblable soubassement primaire, fragment de la zone plissée hercynienne. Il apparaît au jour dans les Corbières Occidentales (massif de Mouthoumet) et se relie, par les affleurements de la montagne d'Alaric, à la Montagne-Noire, dont il n'a été séparé qu'à l'aurore des temps tertiaires par l'ouverture du détroit de l'Aude, formé par l'ennoyage d'une région qui était restée indemne de toute pénétration marine depuis le plissement de la fin du Dinantien.

La présence de cet important témoin de la chaîne hercynienne sous les terrains de la zone sous-pyrénéenne occidentale ne peut évidemment que se présumer, à cause de la présence d'un épais manteau de formations relativement récentes dans l'histoire de la chaîne pyrénéenne. Une bonne part d'entre celles-ci (les énormes masses détritiques sous-pyrénéennes quaternaires, pliocènes et miocènes, les mollasses miocènes et oligocènes et les poudingues de Palassou) se sont produites par destruction de la chaîne, soit déjà entièrement façonnée par les mouvements orogéniques, soit encore en cours de surrection ; et les précédentes, qui ne remontent pas au delà du Cénomanien, s'étaient formées après une première phase orogénique qui avait fait surgir les couches nord-pyrénéennes en les plissant déjà notablement, puisque le Cénomanien repose souvent sur des terrains nord-pyrénéens variés et même sur les couches primaires. Ce n'est toutefois pas une simple vue de l'esprit qui me fait admettre l'existence d'une semblable zone primaire restée émergée en avant des Pyrénées jusqu'au moment de la transgression cénomanienne ; son existence est certaine dans la partie orientale de la chaîne et la continuité des caractères stratigraphiques et tectoniques ne permet guère de douter que le géosynclinal nord-pyrénéen ait été bordé sur toute sa longueur par un semblable massif. Il est à remarquer qu'une semblable différenciation de la zone pyrénéenne et de son avant-pays avait dû se produire dès le Primaire, lors de la production des plis hercyniens de la première phase,

c'est-à-dire antérieurs au Stéphanien. Nous savons, en effet, que le Stéphanien est discordant sur les terrains antérieurs plissés jusqu'au Dinantien inclusivement, aussi bien dans le massif de Mouthoumet que dans la Montagne-Noire, et qu'il s'y montre avec le faciès Houiller typique ; au contraire, la zone primaire axiale des Pyrénées semble ne s'être vraiment plissée sérieusement qu'avant le dépôt des grès permo-triasiques, et la sédimentation marine s'y est poursuivie, en certains points, jusqu'au Permien inférieur, concordant et plissé avec tous les terrains antérieurs, qui semblent, d'autre part, renfermer souvent des couches carbonifères supérieures au Dinantien.

La considération des terrains secondaires eux-mêmes, lorsqu'on compare les Pyrénées au bord septentrional de l'Aquitaine, nous fournit aussi des arguments très sérieux en faveur de l'existence, jusqu'au Cénomanien, d'une semblable zone émergée qui devait prolonger vers l'Ouest le massif formé par la Montagne-Noire et le massif de Mouthoumet réunis. Pour cela il nous faut examiner d'un peu près ce qu'est le *Bassin de l'Aquitaine*. L'aspect qu'il présente sur les cartes géologiques, par le grand développement qu'y prennent les couches du Crétacé supérieur, au Nord comme au Sud des formations tertiaires qui en occupent le centre, et par la présence de Jurassique et de Trias aussi bien en sa bordure septentrionale que dans les Pyrénées, évoque presque invinciblement, au premier abord, l'idée qu'il s'agit d'une région assez semblable au Bassin de Paris. Toutefois ce bassin est largement ouvert du côté de l'Océan, alors que le Bassin de Paris est beaucoup plus fermé et est bordé, à l'Ouest, par une ceinture de formations anciennes qui le séparent du rivage atlantique ; cette différence s'explique d'ailleurs facilement par le fait que les couches marines qui se sont déposées les dernières dans l'Aquitaine sont bien plus récentes que celles qui terminent la série des dépôts marins du Bassin de Paris, si l'on fait abstraction, pour celui-ci, de la pénétration marine miocène par la Basse-Loire.

En d'autres termes, on serait assez naturellement amené à penser que l'Aquitaine est une aire d'ennoyage des terrains anciens s'étendant du Massif Central et de la Vendée, au Nord, jusqu'à la zone primaire axiale des Pyrénées, au Sud, aire déprimée en son centre et qui a été plus ou moins complètement occupée par les mers secondaires et tertiaires ; celles-ci ont d'ailleurs pu se trouver, suivant les époques géologiques, en communication avec celles du Bassin de Paris et avec celles du Bassin rhodanien.

Mais cette notion trop simple est contredite par la considéra-

tion des faciès et de la constitution de la série jurassique dans le Nord de l'Aquitaine et dans les Pyrénées. Elle permet de conclure qu'en réalité le Bassin de l'Aquitaine n'existait pas encore à l'époque jurassique et qu'il y avait alors deux aires distinctes de sédimentation : le petit géosynclinal nord-pyrénéen et une autre aire analogue établie, au bord méridional du Massif Central, sur l'emplacement et le prolongement de l'ancien fossé stéphanien et permien, ces deux aires de sédimentation étant séparées par un massif continental situé sur l'emplacement de l'Aquitaine méridionale (fig. 3). Ces deux bassins jurassiques ont d'ailleurs dû avoir une communication, directe ou indirecte, pour leurs portions voisines

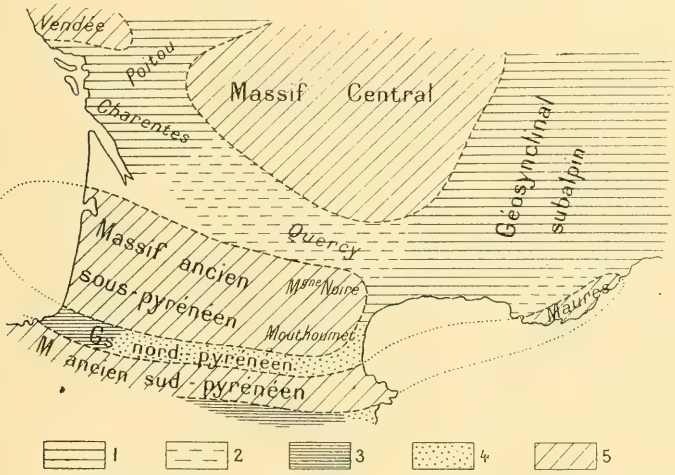


Fig. 3. — Schéma de la distribution du Jurassique dans le Sud-Ouest

1, Jurassique complet, à faciès de marnes et calcaires marneux ; 2, Jurassique avec formations néritiques, récifales, oolithiques, etc., bien développées ; 3, Jurassique marno-calcaire du Pays basque (jusqu'à l'Oxfordien) ; 4, Jurassique formé seulement de dolomies (Bajocien et ? Bathonien) au-dessus du Lias ; 5, Régions émergées au Jurassique.

de l'Océan, où se trouvent localisés les faciès vaseux à partir du Bajocien. Les dépôts marno-calcaires marins se prolongent, en effet, dans le Pays Basque, jusqu'au moins à l'Oxfordien, alors que le reste du géosynclinal nord-pyrénéen était émergé depuis la formation des dolomies bajociennes ou, au plus, bathoniennes. On sait qu'au contraire, au Trias et au Lias, les deux aires de sédimentation en question étaient sous la dépendance directe des régions subalpines, par le détroit des Causses, d'une part, et par les

Corbières orientales et méridionales, à l'Est et au Sud du massif du Mouthoumet, d'autre part.

Par contre, tandis que la sédimentation jurassique s'est achevée bien plus tôt dans le géosynclinal nord-pyrénéen, même pour le Pays Basque, que dans le Nord de l'Aquitaine où s'est déposé le Portlandien, cette seconde région n'a pas reçu de sédiments au Crétacé inférieur, alors que le géosynclinal nord-pyrénéen a été immergé, sur toute sa longueur, à partir de l'Aptien, qui présente encore, comme le Jurassique, des faciès plus vaseux dans le Pays Basque que dans le reste de la chaîne (fig. 4). A l'Albien, un caractère vaseux, mais avec intercalations calcaires ou gréseuses témoignant d'un caractère assez peu profond ana-

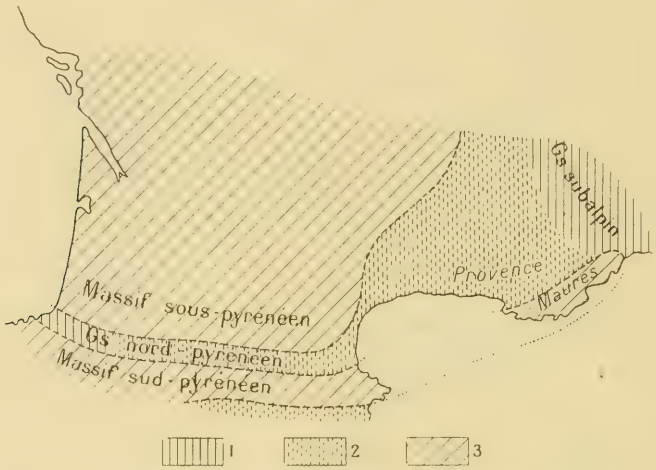


Fig. 4. — Schéma de la distribution des faciès de l'Aptien dans le Sud-Ouest 1, Aptien principalement vaseux; 2, Aptien principalement calcaire (*Urgo-Aptien*) : 3, Régions émergées.

logue à celui du flysch calcaire des Alpes, s'est généralisé sur toute la longueur du géosynclinal nord-pyrénéen, où il a été précurseur d'un *mouvement orogénique préliminaire anté-cénomanien.* Celui-ci a émergé la plus grande partie du géosynclinal précédent et même il a dû plisser déjà ses dépôts, dans une mesure difficile à apprécier, mais cependant assez forte pour que le Cénomanien de la zone pré-pyrénéenne soit discordant sur tous les terrains antérieurs jusqu'au substratum primaire lui-même.

C'est donc par une répercussion du plissement du géosynclinal nord-pyrénéen du Jurassique et du Crétacé que s'est faite la transgression cénomanienne, suivie d'une plus complète du Turonien,

qui a immergé plus ou moins complètement l'ancien continent du Sud de l'Aquitaine et qui est venue recouvrir l'ancienne aire d'ennoyage jurassique septentrionale ; celle-ci s'était elle-même légèrement plissée avant le Cénomanien, comme contre-coup de cette première phase de l'orogénèse pyrénéenne. C'est donc seulement à propos du Crétacé supérieur qu'on peut commencer à parler, comme aire de sédimentation, de l'Aquitaine, jusque là composée d'éléments disparates et mal délimitée vers le Sud (fig. 5). Les faciès du Crétacé supérieur y sont d'ailleurs très franchement néritiques et même d'un caractère extrêmement peu profond, sauf en une région limitée (*fosse aturienne*) qui

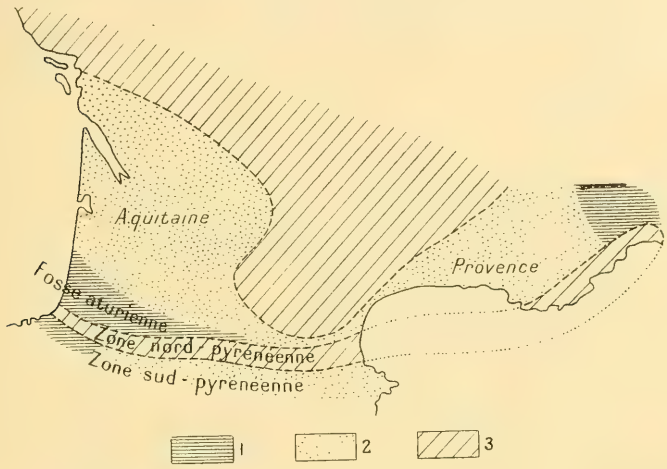


Fig. 5. — Schéma de la distribution des faciès au Crétacé supérieur
1, Faciès vaseux ; 2, Faciès néritiques (calc. à Rudistes, grès, etc.) ; 3, Régions émergées.

semble résulter de l'approfondissement, vers l'Ouest, du fossé sous-pyrénéen des Corbières méridionales et des Petites-Pyrénées, qui s'était constitué au bord méridional de l'avant-pays, à peu de distance du géosynclinal nord-pyrénéen. La région occidentale continue donc à présenter, ainsi que cela avait eu lieu depuis la fin du Lias, des faciès plus profonds que la partie orientale, et cela devient particulièrement net au Danien et au Montien, où l'Aquitaine s'était de nouveau asséchée et où la sédimentation, localisée au fossé sous-pyrénéen en question, a donné, vers l'Est, les faciès d'eau douce et continentaux du *Garumnien*, qui prolongent ceux de la Provence, alors que des dépôts

franchement marins continuaient à se former dans la région occidentale (fig. 6).

Le même état de choses a persisté au Tertiaire, car les seuls dépôts d'un caractère profond, qu'il s'agisse du Nummulitique ou du Miocène, se rencontrent dans cette région aturienne, alors que le centre de l'Aquitaine ne montre guère que des formations saumâtres ou d'eau douce, avec quelques intercalations marines d'un caractère toujours très littoral. On sait d'ailleurs que cette fosse aturienne est encore actuellement jalonnée, dans les conditions bathymétriques du Golfe de Gascogne, par le profond *fosse du Cap-Breton*. Son bord septentrional me paraît devoir délimiter, avec le bord méridional du massif de Mouthoumet, la partie de l'avant-pays septentrional qui n'a reçu, au-dessus du soubassement primaire, que des couches transgressives débutant par le

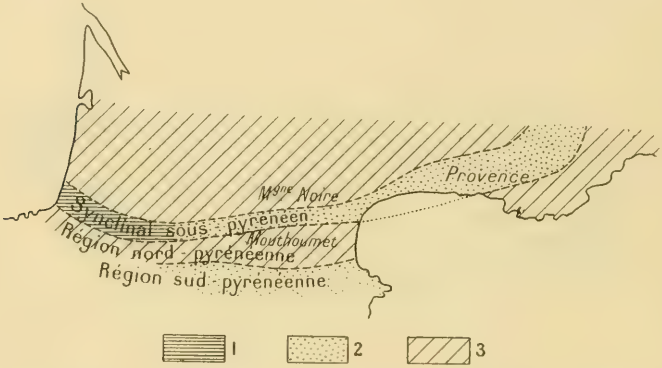


Fig. 6. — Distribution des faciès au Danien et au Montien

1, Faciès marin; 2, Faciès garumnien (dépôts d'eau douce et continentaux); 3, Régions émergées.

Crétacé supérieur et d'un caractère entièrement néritique, lorsqu'elles sont franchement marines.

Les conditions tectoniques de l'Aquitaine conduisent d'ailleurs à des conclusions analogues à celles que je viens de déduire des conditions stratigraphiques. On sait, en effet, que les terrains secondaires de l'Aquitaine présentent une série d'accidents tectoniques, étudiés par M. Glangeaud; celui-ci a montré qu'en général ils sont d'autant plus accusés qu'on les observe plus près des terrains primaires du Massif Central et il a conclu qu'ils résultent de la superposition d'une série d'efforts successifs, ayant eu leur point de départ dans ces terrains anciens. En d'autres termes, ces accidents sont greffés sur les plis anciens du Massif

Central, par rapport auxquels ils affectent donc un *caractère posthume*, de la même façon que les plis des Corbières, qui prolongent ceux de la région sous-pyrénéenne occidentale, se greffent sur les plis hercyniens du massif de Mouthoumet, ainsi que l'a reconnu M. Bresson. Tandis que les terrains secondaires de la zone géosynclinale nord-pyrénéenne semblent s'être tous plissés d'une façon presque indépendante de leur substratum primaire, précisément à cause de leur caractère géosynclinal, ceux des Corbières, des Petites-Pyrénées et de l'Aquitaine, de même que ceux de la bordure pyrénéenne méridionale, paraissent avoir subi une influence primordiale de la part de leur substratum hercynien, qui a donc dû, en ces diverses régions, être recouvert seulement par des couches dépourvues de caractère géosynclinal. On vérifie aisément l'absence de ce caractère pour les Corbières et la bordure méridionale; il me semble justifié d'étendre la même conclusion au Sud de l'Aquitaine.

Le caractère bathyal des dépôts sous-pyrénéens de la fosse aturienne permet de prévoir des complications intéressantes dans le Nord du Pays Basque, et il est possible que le contre-charriage du Cénomanien vers le Sud, qui apparaît en cette région, soit en partie lié à cette circonstance locale, qui ne se rencontre pas plus à l'Est. Dans la région occidentale, les couches crétacées supérieures et nummulitiques, en raison de leur caractère géosynclinal, peuvent avoir participé aux plissements et charriages pyrénéens d'une façon autonome et beaucoup plus active que dans les régions orientales, où elles n'ont joué que le rôle d'un avant-pays, sur lequel le bord pyrénéen a été poussé et qui n'a guère subi de répercussion importante des mouvements pyrénéens que par un rajeunissement posthume des plis hercyniens. Il me paraît d'ailleurs logique d'admettre que les Pyrénées Occidentales étaient aussi prédestinées à des complications tectoniques plus grandes que les régions orientales de la chaîne, non seulement à cause du plus grand rapprochement de la Meseta et de l'avant-pays primaire, mais aussi par le caractère plus vaseux qu'y prennent les couches du Jurassique et de l'Aptien dans la constitution de la série secondaire nord-pyrénéenne, aux dépens de laquelle se sont formés les principaux accidents structuraux de la chaîne.

Sur un gisement des couches a Peltoceras transversarium dans les Alpes-Maritimes

par **A. de Riaz**[1].

Je viens signaler, ou plutôt rappeler l'existence d'un gisement d'Oxfordien supérieur (Trept) à Aspremont près de Nice.

Le compte rendu de la réunion extraordinaire de 1877 (Fréjus et Nice) le mentionnait dans les termes suivants, sans que la Société y ait accordé grande attention :

« Un petit cap jurassique est coupé par la route ; sous les calcaires compacts, bien assisés, qui dominent la route et forment la masse du Mont-Chauve, quelques lits marneux renferment des Ammonites et des Bélemnites, toutes de la zone à *Ammonites transversarius*[2]. »

Cette observation paraît être tombée dans l'oubli, car la Carte géologique, feuille de Nice, parue en 1902, figure le Jurassique de ce point sous la notation j^{8-3}, c'est-à-dire ne reconnaît pas là d'étage inférieur du Rauracien.

Aspremont n'est pas cité non plus parmi les localités oxfordiennes fossilifères dont MM. Kilian et Guébhard ont donné la liste à l'occasion de la deuxième réunion extraordinaire à Nice[3].

L'observation est cependant facile, au moins actuellement, puisque deux grandes carrières sont exploitées et fournissent des fossiles abondants, sinon très bien conservés et très faciles à détacher.

Ces carrières sont situées à droite de la route, à 500 m. environ avant d'arriver au village d'Aspremont, presque exactement sous la forteresse du Mont-Chauve.

La première, en venant de Nice, se fait remarquer par un banc principal fossilifère, de 40 à 50 cm. d'épaisseur ; ce banc est marneux et grumeleux, légèrement glauconieux. Dans la deuxième carrière, il m'a paru y avoir plusieurs délits de même nature, mais de moindre épaisseur. Les fossiles restent toujours empâtés, au moins d'un côté.

1. Note présentée à la séance du 15 mai 1911.

2. Potier. Compte rendu de la course d'Aspremont et de Tourrette. *B.S.G.F.*, (3), V, 1877, p. 796.

3. Kilian et Guébhard. Étude paléontologique et stratigraphique des Préalpes maritimes. *B.S.G.F.*, (4), II, 1902, p. 781.

La faune se compose presque exclusivement d'Ammonites. Voici la liste des espèces que j'ai recueillies :

Dent de Poisson.
Perisphinctes plicatilis Sow. in d'Orb.
— *Helenæ* Der.
— *colubrinus* Rein.
— *convolutus* Quenst.
— *Choffati* Der.
— *obliqueplicatus* Waag.
— *regalmicensis* Gemm.
— *Jelski* ? Siem.
Phylloceras tortisulcatum d'Orb.
— *protortisulcatum* Pomp.
— *Manfredi* Opp.
Phylloceras mediterraneum Neum.
Oppelia arolica Opp.
— *Henrici* d'Orb.
Neumayria Bachi Opp.
Peltoceras transversarium Quenst.
— *arduennense* d'Orb.
Cardioceras alternans de Buch.
Aspidoceras perarmatum Sow.
Pachydiscus Lalandei d'Orb.
Nautilus franconicus Opp.
Hibolites unicanaliculatus Ziet.
— *Girardoti* de Lor.
Terebratula Zieteni de Lor.
Glossothyris Bouei Zeuchn.

Je n'ai remarqué ni Échinides, ni Spongiaires.

Ma liste n'ajoute que peu de choses à nos connaissances telles qu'elles sont établies par MM. Kilian et Guébhard (*loc. cit.*) ; mais ce gisement m'a semblé assez important pour ne pas rester dans l'oubli.

Les couches plongent de 25 à 30 degrés vers le Sud-Est. Il n'est donc pas douteux qu'elles aillent rejoindre en profondeur par-dessous les étages plus élevés, la bande oxfordienne qui existe à l'Est du Mont-Chauve et se termine par le gisement bien connu et marqué sur la carte, du vallon de Saint-André.

L'année dernière, j'ai joui de cet endroit d'un admirable panorama sur la Méditerranée, l'Esterel, les Alpes et la vallée du Var. Cette année, je n'ai pas été aussi favorisé.

VICTOR-AUGUSTE GAUTHIER

1837-1911.

Notice nécrologique

par **J. Lambert**[1].

L'ami dont je viens de rappeler le souvenir à la Société géologique de France est peut-être mal connu de nos plus jeunes confrères, car depuis huit années il vivait complètement séparé de nous. Atteint d'une cruelle affection, Victor Gauthier s'est éteint le 20 février dernier.

Né à Tonnerre (Yonne) le 5 mars 1837, le quatrième enfant d'un modeste vigneron, Victor-Auguste Gauthier s'est progressivement élevé par son intelligence et son travail et, fils de ses œuvres, il avait acquis, il y a vingt ans, une notoriété scientifique méritée. Il éprouvait pour les sciences naturelles un attrait que l'étude vint encore développer, mais appelé par ses fonctions à passer en province la plus grande partie de son existence, il avait compris de bonne heure la nécessité de se spécialiser et, renonçant bientôt aux travaux de paléontologie générale, il s'est voué exclusivement à l'étude des Échinides. Il devint le correspondant, puis le collaborateur et l'ami de Cotteau, tandis que, par son mariage, des relations de famille établissaient entre Peron et lui une sincère et durable amitié.

Élevé au collège de Tonnerre, puis successivement répétiteur aux lycées de Sens et d'Orléans, bientôt licencié ès lettres et, après un brillant concours, agrégé de grammaire, nous le voyons professeur aux lycées de Pau, du Puy, de Moulins, de Marseille enfin, le 7 janvier 1864. C'est dans cette ville qu'il se livra durant dix-neuf années à l'étude des Échinides et réunit une importante série des espèces de la Provence.

Ses premiers travaux furent des collaborations. Il débute en décrivant deux espèces, d'ailleurs non figurées et dont une seule a pu être maintenue, dans l' « Essai de Géologie et de Paléontologie Aveyronnaise » de Reynès, puis, avec Peron et sous la direction de Cotteau, il entreprend la « Description des Échinides

1. Notice présentée à la séance générale annuelle, le 6 juin 1911.

fossiles de l'Algérie », œuvre considérable, dont les deux premiers fascicules furent publiés d'abord dans les *Annales des Sciences géologiques* (1873) et dans la *Bibliothèque des Hautes études* (1875), mais furent ultérieurement remaniés (1883-84), pour constituer une partie du premier volume de ce grand ouvrage, qui fait particulièrement honneur à la science française. Pendant dix-huit ans, de 1873 à 1891, Gauthier a travaillé sans relâche aux descriptions de ces Échinides et nous a permis de bien connaître cette si intéressante partie de la faune fossile algérienne. Il importe à ce sujet de rappeler quelle fut, dans l'œuvre commune, la part de chacun. Peron a fourni la plus grande partie des matériaux, écrit les notes stratigraphiques et collaboré avec Gauthier à quelques descriptions d'espèces. Cotteau avait gardé la haute direction et son opinion a prédominé dans les questions délicates d'établissement ou d'interprétation des genres et des espèces comme dans celles de classification générale. A Gauthier revient le mérite de l'étude détaillée de toutes ces espèces et leur soigneuse description.

A mesure que s'avançait la publication de ce grand ouvrage, les connaissances de l'auteur devenaient plus étendues et il se risquait à nous donner seul quelques courtes notes, la première sur les Échinides qui vivent aux environs de Marseille, une autre fort intéressante sur les Échinides du département des Bouches-du-Rhône, prodrome d'un travail plus important qui n'a pas été publié ; mais, confident de la pensée de mon savant ami et acquéreur de sa belle collection, j'espère pouvoir un jour compléter sur ce point son œuvre, et faire figurer les espèces assez nombreuses dont il a seulement indiqué les noms.

Au cours de ces travaux Gauthier fut nommé, le 7 août 1883, professeur au lycée Michelet, à Vanves, et bientôt promu officier de l'Instruction publique. Il a depuis publié dans notre *Bulletin* diverses notes, notamment de 1898 à 1903 ses « Contributions à l'étude des Échinides fossiles ». De 1888 à 1895, il avait fait paraître dans l'*Annuaire géologique universel* une série d'articles où il a donné de précieuses analyses des principaux travaux parus à cette époque sur les Échinodermes. Puis en 1889 il publie ses « Échinides fossiles de la Tunisie », ouvrage important, à la rédaction duquel l'avaient merveilleusement préparé ses études sur les Échinides de l'Algérie.

En collaboration avec Cotteau d'abord (1895), puis seul (1902), Gauthier a décrit les curieux Échinides rapportés de la Perse par J. de Morgan. En collaboration avec notre confrère l'ingénieur R. Fourtau, il a fait paraître, en 1899, la Révision des Échi-

nides fossiles de l'Égypte[1], bientôt suivie de deux notes sur le même sujet et avait ainsi bien mérité l'honneur d'être nommé membre de l'Institut égyptien.

L'œuvre de Gauthier, sans atteindre l'étendue de celle de Cotteau ou de Loriol, fut donc encore importante.

Parmi les types d'Échinides les plus intéressants que Gauthier nous a fait connaître il faut citer : *Galeropygus Jolyi* du Cénomanien des Charentes, *Noetlingia Monteili* du Crétacé de l'Afrique centrale, *Entomaster Rousseli* du Sénonien de l'Algérie, *Rachiosoma Peroni* et *Lambertiaster Auberti* du Crétacé de la Tunisie, *Megapneustes grandis* de l'Éocène d'Égypte, les *Vologesia Tataosi*, *Stenonia Morgani*, *Opissaster Douvillei*, *Iraniaster Douvillei* du Sénonien du Louristan et surtout *Cionobrissus Morgani* de l'Éocène supérieur de la Perse.

Comme naturaliste, Gauthier a principalement manifesté ses opinions dans ses notes les plus courtes et les plus récentes, car dans ses grands travaux il s'appliquait surtout à nous donner des descriptions très complètes, détaillées et précises de toutes les espèces par lui étudiées. Chacune de ses descriptions est suivie d'un examen consciencieux des rapports et différences de la forme étudiée avec les espèces voisines.

A propos de *Megapneustes Lorioli*, Gauthier a justement remarqué que la valeur taxonomique des fascioles était variable, excellente chez les espèces récentes, alors que l'organe est définitivement fixé, beaucoup moins certaine chez les premières formes à fascioles instables du Crétacé et de l'Éocène. Il attache une certaine importance à la présence de tubercules dans les zones interporifères des pétales de certains *Spatangoida*. Après avoir nié la valeur générique de la présence des rangées de tubercules secondaires chez les *Glyphostomata*, il s'est rallié à l'opinion contraire de Pomel pour justifier son genre *Orthechinus*. Ses travaux sur les modifications de l'apex des *Hemiaster* présentent un intérêt considérable et ont ruiné la classification artificielle de Pomel des *Spatangoida* en Spatangides et Progonastérides. Dans ses travaux en collaboration avec Cotteau, il est assez difficile de dégager ses vues personnelles de celles du Maître ; ces vues apparaissent plus nettes dans sa note critique sur la classification des Échinides de Pomel, critique sobre,

1. La part qui revient à Gauthier est très discrètement indiquée dans un passage de l'Introduction, où on lit simplement (page 611) que « Gauthier s'est chargé de l'examen et de la révision des nombreux spécimens recueillis et a décrit les espèces nouvelles. Je n'ai eu, ajoute M. Fourtau, que la partie stratigraphique à étudier ».

impartiale, marquée au coin du bon sens, une des meilleures qui ait été publiée et que l'on relit encore aujourd'hui avec fruit. Il s'y montre disciple convaincu du traditionnalisme scientifique. Sans nier l'importance chez les Échinides de l'appareil masticatoire, il lui préfère, dans l'ordre de la gradation des caractères taxonomiques, ceux tirés des rapports du périprocte et de l'apex, ou de la forme des pétales. Et cependant le dernier tout au moins n'est pas plus absolu que celui invoqué par Pomel, car, si l'on peut hésiter sur la position de certains *Conulus* ou *Conoclypeus* parmi les Gnathostomes, on restera tout aussi hésitant sur le caractère vrai des pétales du *Galeropygus Peroni* ou du *Clypeus Constantini*. Cette recherche de l'absolu en matière de nomenclature, qui séduit les meilleurs esprits, est en réalité assez décevante, car dans la nature la richesse des formes est telle que l'étude d'un caractère isolé conduit fatalement à l'observation de dégradations progressives et de liens apparents entre les principales familles. En sorte que le savant, qui poursuit cette recherche sur l'étude d'un caractère prétendu de premier ordre, est insensiblement conduit par une évolution progressive de ses idées aux théories diamétralement opposées du transformisme. Gauthier n'y a pas échappé et lui, qui niait alors tous rapports entre les Paléchinides et les Néaréchinides, nous le verrons, dix ans plus tard, rechercher partout la forme de passage d'un type à un autre et s'imaginer en avoir au moins trouvé une dans son *Proholaster Auberti*.

Gauthier nous apparaît surtout comme un puissant préparateur de matériaux, inlassable descripteur d'espèces et de formes nouvelles, rarement soucieux de soulever le voile qui nous obscurcit la question des origines. S'il aborde cette question dans ses Échinides de la Perse, c'est bien timidement et en quelque sorte incidemment, à l'occasion du genre *Iraniaster*, énonçant comme un axiome cette pensée qu'un genre ne saurait apparaître tout d'un coup, complètement isolé des autres. C'est là une opinion qui procède plutôt de la foi à une théorie que de faits matériellement constatés. Dans cet ordre d'idées, Gauthier a cru devoir signaler ce qu'il appelle les affinités d'*Iraniaster* avec *Stenonia*, tandis qu'ailleurs il fait descendre *Schizaster* d'*Opissaster*, *Bothriolampas* de *Bothriopygus*, *Pliolampas* d'*Échinanthus*. Laissons-lui la responsabilité de ces opinions, mais remarquons que sa science et son talent se sont surtout manifestés dans l'observation des espèces connues, la création des espèces nouvelles et leur description. Sous ce rapport, il a acquis une juste notoriété et son œuvre, intacte après des années déjà

nombreuses écoulées, s'imposera aux générations futures comme elle s'impose à ses contemporains.

Munier-Chalmas disait familièrement que la valeur du naturaliste se reconnaît à l'habileté du préparateur. Rien ne fut plus vrai en ce qui concerne Gauthier, il faut voir dans sa belle collection avec quel soin et quelle adresse il savait dégager un Échinide dans les gangues les plus rebelles. Alors on comprend mieux l'excellence de ses descriptions à la fois si complètes, si exactes, sobres et élégantes.

Naturaliste passionné, travailleur infatigable, chez lui la profondeur de la science n'avait d'égale que l'étendue de la modestie. Au milieu de ses collections et de ses livres, consacrant vers la fin de sa carrière ses loisirs à ses études favorites, entouré de l'affection de quelques amis et de la tendresse d'une compagne dévouée, il semblait devoir couler dans la retraite qu'il s'était choisie, à Sens, des jours heureux, contribuer plus que tout autre aux progrès de l'Échinologie et, sans briguer les honneurs, atteindre une célébrité scientifique indiscutable, quand la maladie vint bouleverser ses travaux, sa vie et jusqu'à ses sentiments eux-mêmes pour ceux qui lui avaient été les plus chers, en sorte que nous avons, eu en quelque sorte, la douleur de le perdre deux fois.

Liste des publications scientifiques de Victor Gauthier

1868. (Descriptions d'Échinides *in*) Reynès, Essai de Géologie et de Paléontologie aveyronnaises. 8°, 110 p., 7 pl.

1873-75. Échinides fossiles de l'Algérie par G. Cotteau, A. Péron et V. Gauthier. 1re édition. 8°, fasc. 1, 30 p., 2 pl. Ext. *Annales des Sc. géol.*, t. IV, fasc. 2, 96 p., 8 pl. — Ext. *Bibliot. des Hautes Études, Sc. nat.*, t. XIII.

1874. Sur les Échinides qui vivent aux environs de Marseille. 4°, 3 p. Ext. *CR. Ac. Sc.*, 10 août 1874.

1876-91. Échinides fossiles de l'Algérie, par Cotteau, Peron et Gauthier. 8°, 3 vol. contenant dix fascicules, soit un ensemble de 1188 p. et 85 pl.

1880. Sur les Échinides du département des Bouches-du-Rhône. 8°, 11 p. *Ass. fr. Avanc. Sc. Congrès de Reims*, p. 518.

1884. Recherches sur le genre *Micraster* en Algérie. 8°, 6 p., 1 pl. *Ass. fr. Avanc. Sc. Congrès de Blois.*

1884. Sur quelques Échinides monstrueux appartenant au genre Hemiaster. In-8°, 3 p., 1 pl., *Id.*

1885. Une nouvelle classification des Échinides. In-8°, 23 p. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. de l'Yonne, 2e sem. 1884.*

1885. Description de trois Échinides nouveaux recueillis dans la Craie de l'Aube et de l'Yonne. 8°, 7 p., 2 pl. *Ass. fr. Avanc. Sc. Congrès de Grenoble*, p. 356.

1886. Recherches sur l'appareil apical dans quelques espèces d'Échinides appartenant au genre Hemiaster. 8°, 8 p., 22 figures. *Ass. fr. Avanc. Sc. Congrès de Nancy.*

1888. Types nouveaux d'Échinides crétacés. 8°, 8 p., 1 pl. *Ass. fr. Avanc. Sc. Congrès de Toulouse.*

1888. Échinides. Description des espèces de la Craie de Reims et de quelques espèces nouvelles de l'Aube et de l'Yonne. *In* Peron : Notes pour servir à l'histoire du terrain de Craie. 8°, 43 p., 4 pl.

1888-95. (Articles). Échinodermes, *in Annuaire géologique universel* ; tomes IV à X. In-8°, 7 articles : t. IV, p. 825 ; t. V, p. 1171 ; t. VI, p. 935 ; t. VII, p. 1051 ; t. VIII, p. 797 ; t. IX, p. 847 ; t. X, p. 795. — Ensemble 170 p.

1889. Note sur les Échinides crétacés recueillis par M. de Grossouvre (en Touraine). *B. S. G. F.*, (3), XVII, p. 535 (8 p., 1 pl.).

1889. Description des Échinides fossiles de la Tunisie. 8°, 116 p. et Atlas fol. de 6 pl.

1890. Présentation de la Description des Échinides recueillis par M. Thomas en Tunisie. 8°, 9 p. *B. S. G. F.*, (3), XVIII, p. 136.

1890. Contribution aux Échinides d'Algérie : Deux types jurassiques nouveaux. 8°, 4 p., 1 pl. *Ass. fr. Avanc. des Sc. Congrès de Paris.*

1891. Note sur quelques Échinides de l'Yonne. 8°, 26 p., 2 pl. *Bull. Soc. Sc. hist. et nat. de l'Yonne*, t. 44, 2e sem. 1890.

1892. Notes sur les Échinides crétacés recueillis en Tunisie par M. Aubert. 8°, 52, p., 4 pl.

1895. Mission scientifique de Perse par J. de Morgan. II, Paléontologie. Échinides fossiles par Cotteau et Gauthier. 142 p., 16 pl.

1896. Description des Échinides fossiles des terrains jurassiques de la Tunisie. 8°, 25 p., 1 pl. fol.

1898-1903. Contribution à l'Étude des Échinides fossiles. In-8°, 28 p., 6 fig. et 3 pl. *B. S. G. F.*, (3), XXV, p. 831 ; XXVII, p. 344 ; (4), I, p. 189 ; (4), III, p. 19.

1899. *In* Fourtau. Revision des Échinides fossiles de l'Égypte. 4°, 140 p., 4 pl. *Mémoires de l'Institut Égyptien.* Le Caire, 1899[1].

1900. *In* Fourtau : Notes sur les Échinides fossiles de l'Égypte. 8°, 76 p., 4 pl.

1901. *In* Fourtau : Notes sur les Échinides fossiles d'Égypte. 8°, 89 p., 5 fig., 6 pl. *Bull. Institut Égyptien.* Sér. IV, vol. 2.

1902. — Mission scientifique de Perse, par J. de Morgan. III, Études géologiques. III, Échinides, supplément. 4°, 90 p., 8 pl.

1903. Note sur quelques Échinides siliceux recueillis à Frayssinet-le-Gelat (Lot). 8°, 12 p. *B. S. G. F.*, (4), III, p. 103[2].

1. C'est à tort évidemment que le nom de Gauthier ne figure même pas au titre de cet ouvrage, malgré la part considérable qu'il a prise à sa rédaction.

2. Gauthier a en outre mis en ordre le manuscrit et surveillé la publication d'un ouvrage posthume de Cotteau : Description des Échinides recueillis par M. Lovisato dans le Miocène de la Sardaigne. Il a enfin complété la Monographie des Spatangus du système miocène de France, en faisant exécuter à Sens la planche XIII que Cotteau n'avait pas encore fait dessiner au moment de son décès.

Sur l'existence possible de phénomènes de charriage a l'Ile de Rhodes

par **P. Fallot**[1].

Ayant eu l'occasion, lors de la récente croisière de la *Revue générale des Sciences* en Méditerranée orientale, de débarquer à Rhodes, j'ai étudié la belle monographie de cette île par M. G. von Bukowski[2].

Cet ouvrage et la carte qui l'accompagne donnent à première vue l'impression très nette de phénomènes de recouvrement dans la région décrite.

Au cours de l'arrêt très bref de la croisière dans la ville des Chevaliers, il me fut possible, grâce à la grande amabilité de M. Roullet-Chéry, organisateur des voyages, de M. Mandine, commandant le paquebot « Ile-de-France », et de M. le consul de France à Rhodes — qui mirent à ma disposition tous les moyens de transport — de faire une rapide excursion dans les terres.

Bien entendu, je n'ai eu le temps de faire aucune observation précise, mais la vue du pays est venue confirmer les interprétations que m'avait suggérées l'étude attentive du livre de M. von Bukowski.

Je voudrais exposer dans ces quelques lignes, sous toutes réserves, l'hypothèse à laquelle je suis arrivé ; mais, avant toute chose, je tiens à exprimer ma très vive reconnaissance à MM. Léon Bertrand, Haug, Kilian et Lugeon pour les conseils et la bienveillante attention qu'ils ont bien voulu m'accorder pendant la rédaction de cette note.

Il me paraît que les anomalies stratigraphiques si magistralement décrites par M. von Bukowski s'éclairent d'un jour nouveau lorsqu'on les analyse à la lumière des théories modernes de la tectonique. Le savant autrichien a étudié Rhodes avant que ces théories eussent triomphé, mais sa haute compétence stratigraphique, l'admirable précision des documents qu'il a recueillis, constituent une base solide pour les essais d'interprétation qu'il est légitime de tenter.

Les lignes qui suivent n'ont pas la prétention d'expliquer dans

1. Note présentée à la séance du 12 juin 1911.

2. G. von Bukowski, Geologische Uebersichtskarte der Insel Rhodus. *Jahrburch der K. K. Geol. Reichsanstalt*. Bd. 48, Heft 3 et 4. Wien, 1898.

leurs détails les particularités tectoniques et stratigraphiques de la région, mais simplement d'attirer l'attention des géologues sur cette partie de l'arc dinaro-taurique.

Les terrains représentés à Rhodes sont, d'après M. von Bukowski :

1° Des calcaires puissants dont la base est crétacée et le sommet éocène ;

2° Un flysch éocène, stratigraphiquement supérieur à ces calcaires ;

3° Un deuxième flysch, formé, comme le précédent, de grès et de schistes. Sa faune permet de le rapporter à l'Oligocène inférieur ;

4° Des couches chargées de débris éruptifs, où des poudingues à galets de gabbros, de diabases et de serpentine alternent avec des grès à serpentine ou à sables éruptifs. Ce sont les « couches de Thari », d'âge indéterminé ;

5° Des calcaires levantins, lacustres ou fluviatiles ;

6° Un Pliocène récent.

Rhodes forme le terme le plus oriental de la guirlande de terres émergées qui relie l'extrémité du Péloponèse au cap Atupo, en Asie Mineure. L'île est allongée du SW. au NE., et constituée par des collines de flysch ou de terrains levantins dont les ondulations portent des forêts et des cultures. Des sommets ou de véritables massifs escarpés, dominant ces petites montagnes, font au pays une ossature imposante. Ils jalonnent une bande de calcaires crétacico-éocènes qui se montre au NNW., à la hauteur des monts Akramiti et du cap Ladiko, et coupe l'île en oblique jusqu'à la pointe de Lardos et au cap Vudhi, à 8 km. de Rhodes même.

Notre hypothèse est que ces calcaires, ainsi que le flysch qui les supporte, reposent, *en recouvrement*, soit sur un substratum inconnu, relativement ancien, soit sur les dépôts levantins que l'on voit, très développés, aux deux extrémités de l'île.

Un examen attentif de la carte permet de constater que les montagnes du centre et de l'Ouest de Rhodes ont une base formée, soit entièrement, soit presque entièrement de flysch éocène, alors que leurs sommets sont constitués par les calcaires crétacico-éocènes. Si ce fait ne se produisait que pour des massifs étendus tels que les Monts Akramiti, Ataviros, ou le cap Kopria, on pourrait l'interpréter comme résultant de la saillie, au travers du flysch, de voûtes anticlinales, déterminant les sommets. Mais entre ces montagnes, des « témoins » de calcaire couronnent encore six collines de moindre importance, à base de flysch.

Sur le flanc sud-est de l'île, le contact des deux terrains est masqué en grande partie par du Pliocène, et, d'autre part, le calcaire plonge directement vers la mer. Toutefois, au Mont Rhoyno, et près du monastère d'Ingose, on retrouve des « témoins » de calcaire superposés au flysch.

M. von Bukowski a remarqué cette singulière position du calcaire crétacico-éocène par rapport au flysch, et note que ce flysch est, lui-même, extraordinairement plissé et froissé. Les actions métamorphiques y ont donné lieu à la production de phyllites, et même de minéraux tels que la glaucophane et la rhodusite. On y trouve, de plus, inclus en nids et en lentilles, des amas d'un calcaire analogue à celui, crétacico-éocène, des sommets.

Nulle part, sauf en deux points, à Mavranera et Ayos Isodoros, on ne voit la superposition du flysch au Crétacico-Éocène ; et encore là, est-elle masquée en partie par des intercalations répétées de grès et de schistes rougeâtres du flysch dans le calcaire.

Partout ailleurs, M. von Bukowski n'explique le contact franchement anormal du Crétacico-Éocène et du flysch que par l'effet de cassures ou d'effondrements généraux du Tertiaire par rapport aux calcaires qui le dominent.

Toutes ces étrangetés stratigraphiques et tectoniques rappellent beaucoup celles des pays où l'on a démontré l'existence de recouvrements, et il semble bien, pour un esprit averti, que les *masses calcaires crétacico-éocènes de Rhodes reposent sur un flysch plus récent qu'elles.*

Mais, outre ces masses de calcaire qui paraissent nettement nager sur le flysch, il en est d'autres, comme celles du Mont Elias et du Strongilo, dont la base est en contact avec les couches de Thari ou le Levantin.

On trouve, au pied de la première de ces montagnes de calcaire, des lambeaux de flysch assez importants : mais ils sont interrompus par des affleurements de couches de Thari, ou de Pliocène. Nous aurons à examiner plus loin si ces dernières formations sont recouvertes par les terrains charriés, ou si elles reposent, au contraire, transgressivement sur eux. Nous ne pouvons donc pas invoquer la position du calcaire par rapport à ces assises pour élucider sa position tectonique ; mais les lambeaux de flysch situés à la base du système crétacico-éocène dessinent sur la carte un angle rentrant, à l'intersection des vallées, et cette considération importante permet à elle seule de penser que, au Mont Elias comme dans la région centrale, le calcaire crétacico-éocène repose sur le flysch.

En ce qui concerne le massif du Strongilo, on ne voit le flysch qu'en un point, à la base du calcaire, aux environs de Archipoli. Partout ailleurs le Levantin ou le Pliocène récent s'appuient contre les calcaires crétacico-éocènes. Mais la vallée qui coupe le massif calcaire laisse apercevoir son substratum de flysch. M. von Bukowski explique ce dernier phénomène par un étranglement synclinal ou un effondrement suivant l'axe de la vallée, c'est-à-dire suivant une direction oblique par rapport à celle des plis affectant le calcaire.

Il semble plus naturel de considérer cette vallée comme une « fenêtre » démontrant la superposition anormale du calcaire crétacico-éocène au flysch.

Les autres massifs calcaires, ceux de Archangelo, de Zambiko, de Aphantos, du cap Vudhi... etc..., quoique paraissant émerger uniquement du milieu des assises du Levantin ou du Pliocène marin, peuvent être rattachés par induction au Crétacico-Éocène de la nappe de recouvrement.

Mais ces phénomènes n'ont pas affecté uniquement le calcaire; ils intéressent aussi le flysch.

En effet, on sait que la base de l'Oligocène est représentée par des dépôts à faciès « flysch ». M. von Bukowski le signale à Mesanagrose, au SSW. de l'île, et, sous réserve, en un point du chemin de Filonit à Lardos, vers le milieu du grand affleurement de flysch éocène du flanc sud-est de Rhodes. Or, puisqu'il existe de l'Oligocène dans la région, il devrait, si le flysch éocène était réellement en place, reposer sur ce dernier, et se montrer écrasé et laminé par le Crétacico-Éocène charrié. Cette disposition n'est réalisée nulle part.

A Mesanagrose, les rapports de l'Oligocène avec le flysch éocène sont masqués par des dépôts levantins. Le gisement hypothétique du chemin de Filonit paraîtrait se montrer *sous* le flysch éocène, mais ceci ne peut servir d'argument précis, car M. von Bukowski insiste sur le doute qui existe dans son esprit relativement à cet affleurement.

Le fait important à retenir est que l'Oligocène, n'étant pas interposé entre le calcaire charrié et le flysch éocène doit nécessairement trouver sa place sous ce dernier.

Il paraît en effet impossible d'admettre, étant donné qu'il comprend surtout des grès et des conglomérats, qu'il ait été laminé au point de disparaître complètement.

Il serait légitime de conclure de ces faits que le flysch éocène appartient bien à la masse en recouvrement.

On a supposé jusqu'ici que le flysch est bien éocène. S'il

était crétacé, tous les terrains reposeraient normalement les uns sur les autres. Nulle interprétation tectonique n'aurait à intervenir. M. von Bukowski a examiné cette question et a conclu que *jamais le flysch n'est crétacé, mais qu'il appartient toujours à l'Eocène moyen et supérieur.*

Il semble donc que l'on puisse formuler la conclusion suivante : *L'élément principal du sous-sol de l'île de Rhodes paraît constitué par un flysch éocène, portant, en superposition anormale, des calcaires crétacico-éocènes, et reposant à son tour sur des terrains oligocènes.* Les documents que nous possédons ne permettent pas de dire si l'on a affaire à plusieurs nappes différentes, ou simplement au flanc renversé d'un pli couché dont le flanc normal aurait été détruit par l'érosion.

Quant à la date du plissement qui aurait produit ces dislocations, elle est très discutable.

D'après M. von Bukowski le flysch éocène serait très froissé.

Le flysch oligocène serait, au contraire, d'allure plus calme. Les couches de Thari sont presque horizontales. Aucun pli véritable n'y paraît. Les bords de leurs affleurements sont redressés au contact du flysch ou du calcaire ; mais le savant autrichien ne spécifie pas si ces couches redressées s'appuient *sur* le calcaire, ou si elles plongent *sous* lui. La première interprétation doit être la sienne, car il considère les couches de Thari comme transgressives.

Enfin, les dépôts levantins et ceux du Pliocène récent accusent des mouvements divers qui ont superposé des plis et des cassures plus récents aux plis principaux qui sont, pour M. von Bukowski, mésoligocènes.

D'après l'examen de la carte, il semble que les couches de Thari s'enfoncent de toutes parts *sous* le flysch et *sous* le Crétacé. La bande de calcaire et d'Eocène du Mont Rhoyno paraît reposer sur elles. La superposition semble nette au monastère de Kamyri, et l'affleurement de Thari pourrait facilement être considéré comme une « fenêtre ». Mais il y a plus. Au fond de la vallée du Taglaris Potamos, dans la gorge que ce cours d'eau a taillée dans le calcaire crétacico-éocène, on retrouve des couches de Thari, très froissées et manifestement inférieures aux calcaires [1].

1. Même, le fait que, ici ou ailleurs, les couches de Thari aient la même position que le flysch oligocène par rapport au flysch éocène ou au Crétacico-Éocène, nous ferait supposer, selon l'hypothèse émise incidemment par M. von Bukowski, qu'elles représentent simplement un faciès latéral des grès et conglomérats du flysch oligocène de Mesanagrose.

Enfin, si l'on étudie, toujours d'après la carte, les rapports des masses charriées avec les terrains levantins, on pourrait également supposer que les lambeaux de recouvrement reposent sur ces derniers. Les collines formées d'assises levantines, et couronnées en apparence de flysch éocène, qui avoisinent le gisement d'Oligocène de Mesanagrose, la terminaison en biseau et les contours étranges du flysch affleurant au pied du mont Elias, ou au bas du flanc sud-est de l'Ataviro, enfin, l'allure assez fortement plissée des assises levantines, lacustres ou fluviatiles, paraissent dignes d'appuyer cette hypothèse.

Par contre, il paraît assez difficile d'admettre que, pour le Kutsuthey, par exemple, non seulement le flysch éocène, mais encore les grès et conglomérats — dépourvus de plasticité — de l'Oligocène ou des couches de Thari aient été suffisamment laminés pour que le contact soit direct entre le calcaire crétacico-éocène et le Levantin.

Quoi qu'il en soit, le mouvement orogénique principal a eu lieu avant le Pliocène supérieur dont j'ai vu les dépôts reposer transgressivement sur les couches crétacico-éocènes du cap Vudhi.

En résumé, si l'on admet, pour expliquer la structure géologique de l'île de Rhodes, l'hypothèse de phénomènes de charriage intéressant le Crétacé, l'Éocène et l'Oligocène, on peut faire, quant à leur âge, trois suppositions :

1° Le mouvement aurait eu lieu à l'Oligocène moyen ; après décapage partiel, les couches de Thari, le Levantin et le Pliocène marin se seraient déposés transgressivement et auraient été, ensuite, plus ou moins plissés, après coup, par des « mouvements posthumes » qui se seraient poursuivis assez longtemps. Dans ce cas, la chaîne serait antéaquitanienne. C'est l'âge que M. von Bukowski assigne aux mouvements principaux admis par lui.

2° Le mouvement daterait du Miocène, serait postérieur au dépôt des couches de Thari. Celles-ci ne seraient donc pas en place. Cela expliquerait peut-être l'abondance étrange parmi leurs matériaux de roches éruptives dont on ne retrouve pas d'autres traces aux environs, mais seulement en Karie, à une centaine de kilomètres au NNE[1].

3° Le mouvement aurait eu lieu un peu après le dépôt des couches levantines, vers la fin du Pliocène moyen.

1. Si l'on admettait que les couches de Thari sont un faciès du flysch oligocène, cette seconde hypothèse se confondrait évidemment avec la première.

Fig. 1. — Première hypothèse : mouvements antéaquitaniens.

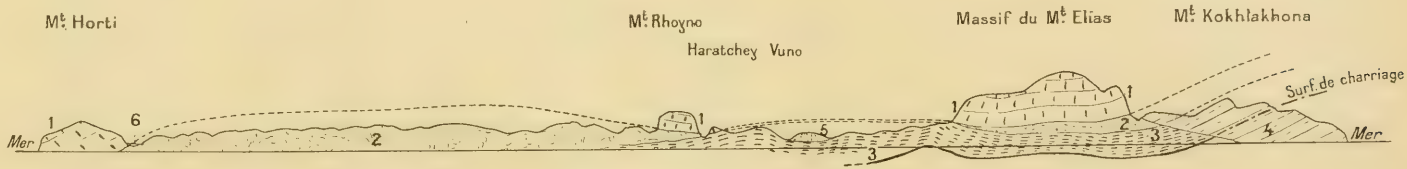


Fig. 2. — Seconde hypothèse : mouvements ayant intéressé les couches de Thari.

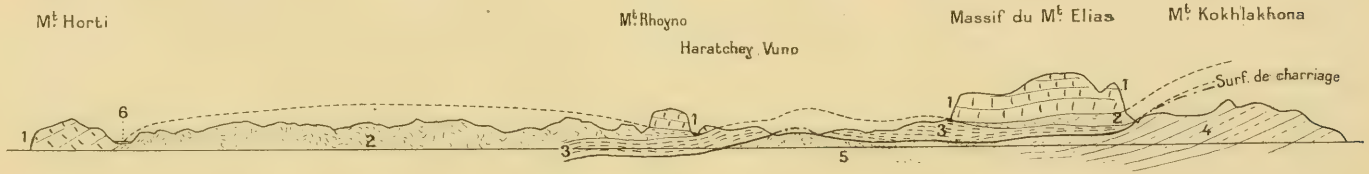


Fig. 3. — Troisième hypothèse : mouvements post-levantins.

Fig. 1 à 3. — Coupes de l'île de Rhodes du mont Horti au mont Koklakona. — 1, Calcaire crétacico-éocène ; 2, Flysch éocène ; 3, Couches de Thari ; 4, Levantin lacustre ; 5, Levantin fluviatile ; 6, Pliocène marin.

Nota. Le flysch oligocène ne se montre pas dans cette partie de l'île. Les couches de Thari jouent le même rôle que lui par rapport aux autres terrains.

L'absence de profils dans le beau mémoire de M. von Bukowski empêche de choisir définitivement entre ces hypothèses, aussi nous contentons-nous de les émettre sous toutes réserves, notre but étant seulement d'attirer l'attention sur une région très intéressante de l'arc dinaro-taurique.

Toutefois, ces hypothèses appellent deux remarques :

M. Cayeux a révélé, dans des notes très intéressantes [1], l'existence de phénomènes de charriage en Crète. Leur date est, pour ce savant, nettement antéaquitanienne. L'île de Rhodes, toute voisine, et appartenant au même système tectonique, on serait porté à attribuer le même âge aux dislocations qui viennent d'y être étudiées, et à se prononcer pour la première hypothèse.

Les données sur la direction du mouvement de plissement font totalement défaut. Il ne peut donc être question d'élucider les relations de cette chaîne rhodésienne avec les autres chaînes dinariques ou tauriques voisines. Remarquons pourtant que si l'on admet des charriages à Rhodes, l'interprétation proposée par M. Suess [1] des relations de cette île avec les chaînes d'Asie Mineure ou de Crête semble devoir être légèrement modifiée.

D'après les travaux [2] de M. von Bukowski, le maître autrichien constate à Rhodes la présence de deux chaînes, l'une, formée par les monts Ataviros, Akramiti, allant jusqu'au mont Elias, serait pour lui la continuation et l'extrémité orientale de l'arc *dinarique* des montagnes des îles de Crète et de Kasos ; l'autre, traversant Rhodes suivant une direction NW.-SE., serait l'extrémité occidentale d'un arc *taurique*. Le nœud, l'intersection de ces deux directions se trouverait au centre de l'île.

Dans notre hypothèse, l'orientation de ces reliefs calcaires n'aurait plus de signification. Elle serait due aux hasards de l'érosion taillant dans la masse en recouvrement. D'autre part, nos suppositions n'impliquent pas, en ce point, plusieurs efforts orogéniques, différents et croisés. Il semble donc que l'on ne peut plus se prononcer avec certitude quant à la liaison de l'arc dinarique de Crète avec les arcs tauriques d'Asie Mineure. Seule, une étude locale précise permettrait d'élucider la question.

1. L. Cayeux. Phénomènes de charriage dans la Méditerranée orientale. *CR. Ac. Sc.*, t. CXXXVI, pp. 474-476.

Voir aussi : L. Cayeux. Lignes directrices des plissements de l'île de Crète. *Compte rendu de la IXe section du Congrès géologique international.* Vienne, 1903, pp. 382 et suiv.

2. E. Suess. La face de la Terre, trad. française, t. III, première partie, p. 429.

Les assises crétaciques et tertiaires traversées par les fosses et les sondages de la région de Béthune

par **J. Gosselet**[1].

Après avoir présenté à la Société géologique de France le troisième fascicule de mon travail sur les Assises crétaciques et tertiaires dans les fosses et les sondages du Nord de la France, publié par le Service des Topographies souterraines, je désire résumer ici les résultats qui y sont contenus.

Le premier fascicule traitait de la région houillère de Douai depuis la concession d'Aniche à l'Est jusqu'à celle de Lens à l'Ouest. Le deuxième fascicule a fait connaître les couches traversées par les nombreux forages industriels de Lille, Roubaix, Tourcoing, etc. Le fascicule qui vient de paraître a pour objet le bassin houiller du Pas-de-Calais, à l'Ouest de Lens, il est donc la continuation du premier fascicule.

Le point géologique le plus saillant de ce premier fascicule a été de démontrer qu'il existe à la surface du terrain houiller d'importantes dénivellations, des *paléocreux*, atteignant jusqu'à 100 mètres de profondeur et dus à des érosions, qui se sont produites sur la pénéplaine primaire avant le retour de la mer crétacée.

Dans la région de Béthune, qui est l'objet du troisième fascicule, on constate aussi des dénivellations très importantes; mais elles ont une cause absolument différente ; elles sont le résultat de failles, nommées *épicrétacées*, parce qu'elles sont postérieures à l'époque crétacée. Non seulement la surface primaire a subi une dénivellation, mais aussi la surface des diverses assises de la craie.

Si toutes ces failles sont post-crétacées, il en est une, celle d'Hersin, qui paraît s'être produite avant le dépôt des couches tertiaires éocènes ; car on ne constate pas de dénivellation de la base du Tertiaire.

Les autres failles épicrétacées ont affecté le terrain tertiaire, peut-être même sont-elles de l'époque pléistocène. Rien ne prouve

1. Note présentée à la séance du 19 juin 1911.

du reste qu'elles soient le résultat d'un mouvement unique. Elles ont pu se produire à plusieurs reprises, par une série de mouvements, qui ont commencé après le dépôt de la craie, pour se terminer pendant la période quaternaire.

Les failles épicrétacées de l'Artois présentent, en outre, la particularité suivante : l'emplacement de la cassure crétacée est superposé à une faille plus ancienne, qui a affecté uniquement les terrains primaires et qui a été parfaitement reconnue par les travaux souterrains.

On peut dire que les failles épicrétacées ont deux phases : l'une pré-crétacée antérieure à la formation de la pénéplaine primaire ; l'autre, post-crétacée ou même post-tertiaire.

Le mouvement a été de sens différent dans les deux phases. Celui de la première phase a abaissé la lèvre sud ou occidentale par rapport à la lèvre nord ou orientale. Son amplitude peut atteindre 800 m. et même plus. Ainsi à Bruay, il a amené la houille demi-sèche du Sud-Ouest appartenant aux assises supérieures du Westphalien, au contact des houilles trois quarts grasses du Nord-Est, qui sont les plus anciennes du même étage.

Le mouvement de la deuxième phase a, au contraire, abaissé la lèvre nord ou orientale par rapport à la lèvre sud ou occidentale. Également à Bruay, le tourtia superposé à la houille demi-sèche de la fosse n° 2, située au NE. de la faille, est 50 m. plus bas que le tourtia de la fosse n° 1, superposé à la houille trois quarts grasse du SW. Les deux fosses ne sont cependant séparées que par un intervalle de 250 m.

Les failles épicrétacées ne montrent aucun phénomène de transport horizontal. Elles sont à peu près verticales avec une légère inclinaison vers la direction de l'affaissement. Il en résulte que les failles des deux phases sont légèrement inclinées en sens inverse.

Les failles épicrétacées reconnues dans la région de Béthune sont au nombre de quatre, ce sont celles d'Hersin, de Ruit, de Pernes et de Marqueffles. Les deux premières sont dirigées du SE. au NW., en faisant entre elles un certain angle. Elles viennent s'embrancher au SE. sur la faille de Marqueffles qui est sensiblement dirigée de l'ESE. à l'WNW. Quant à la faille de Pernes, qui est parallèle à celle de Ruit, elle est probablement unie à celle de Marqueffles par une autre faille moins nette, la faille d'Ourton (fig. 1).

Toutes ces failles, même dans leur première phase, sont postérieures aux failles qui ont accompagné le ridement hercynien, telles que la Grande Faille, ou faille Eifelienne, la faille Reu-

maux, le Cran de retour et autres. La faille de Marqueffles, sensiblement parallèle à la Grande Faille sur une partie de son parcours, la coupe en deux tronçons, dont celui du Nord est plus élevé que celui du Sud.

Les étages crétaciques traversés par les fosses et les sondages de la région de Béthune sont les suivants :

1° Albien ou Gault, qui est rare et n'existe guère d'une manière continue que dans les environs de Grenay.

2° Cénomanien, dont les bancs inférieurs, colorés par de la glauconie, constituent le tourtia des mineurs. Les couches plus élevées sont à l'état de marnes argileuses blanches (Dièves blanches) dans l'Est et à l'état de marnes calcaires contenant jusqu'à 89 % de carbonate de chaux, dans la partie occidentale de la région (Bruay, Marles, etc.).

3° Turonien, qui se subdivise en trois assises.

a) *Dièves*, marnes argileuses à *Inoceramus labiatus*, de plus en plus calcaires de l'Est à l'Ouest.

b) *Bleus*, marnes à *Inoceramus Brongniarti*.

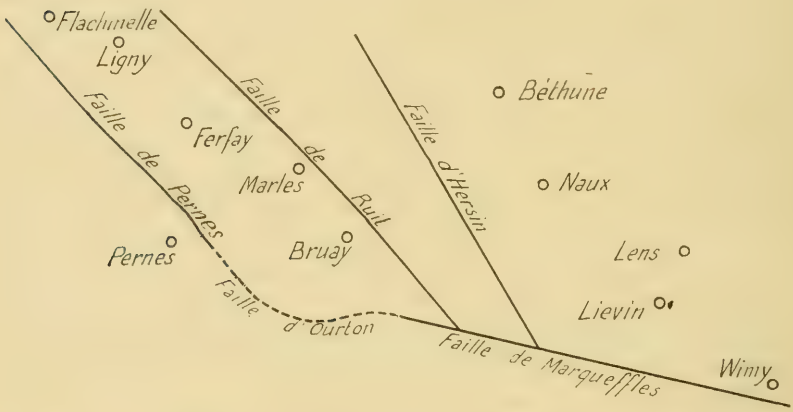


Fig. 1. — Esquisse schématique des Failles éocrétacées de l'Artois.

J'ai dû souvent considérer ensemble ces trois assises marneuses : Cénomanien, Dièves, Bleus et j'ai désigné leur réunion sous le nom de *Marnes crayeuses*. Leurs limites sont assez incertaines, de telle sorte que les mineurs et sondeurs les confondent souvent. Par suite les épaisseurs que l'on attribue à chacune d'elles sont très irrégulières. Mais leur ensemble a, dans toute la région, une épaisseur constante de 90 à 100 mètres.

Par suite d'une circonstance qu'il m'a été impossible de déterminer, l'ensemble des marnes crayeuses prend entre Nœux et Bruay un faciès spécial que j'ai appelé *diéfeux*. C'est une masse très argileuse plastique, verte, que les sondeurs ont nommée *Dième verte*. Les Dièves

vertes appartiennent aux trois assises : Cénomanien, Dièves et Bleus, le faciès diéfeux les envahissant indifféremment toutes les trois, mais se présentant d'une manière constante dans les vrais Dièves.

c) Craie à *Micraster breviporus*. Craie grise à silex. Son épaisseur bien constatée ne dépasse pas 10 m., elle est souvent moindre. Dans la partie orientale de la région, elle présente un, deux ou trois bancs de craie très dure, désignée sous le nom de *Meule*. Vers l'Ouest, la Meule se réduit progressivement à une craie avec nodules jaunâtres : puis ce faciès disparaît complètement et la craie turonienne ne peut plus se distinguer que par ses fossiles de la craie qui vient au-dessus.

4° Sénonien. Craie à *Micraster cor testudinarium* (*alias decipiens*). Craie blanche, grise à la base, avec ou sans silex. Les silex s'y trouvent d'une manière constante dans les couches inférieures ; ils s'élèvent localement plus ou moins haut, sans pouvoir caractériser par leur présence une assise stratigraphique. La partie supérieure de la craie peut appartenir à l'assise à *Micraster cor anguinum*, ou à la craie à Marsupites, mais ces fossiles n'y ont pas encore été rencontrés.

L'ensemble des craies sénonienne et turonienne, supérieures aux marnes crayeuses, ne dépasse guère 70 m. On lui trouve cette épaisseur maximum aussi bien à la surface des plaines où la craie n'est recouverte que par le limon et dans les points où elle sert de soubassement aux couches tertiaires. Ce fait prouve qu'en dehors des vallées la dénudation quaternaire a bien faiblement modifié la pénéplaine crétacée.

Les couches tertiaires de la région de Béthune sont :

1° Le Landenien subdivisé en argile de Louvil (12 m.) et sables d'Ostricourt (30 m.) ;

2° Le Sparnacien ou argile d'Orchies.

Les petites collines des environs de Béthune sont couronnées par 1 à 2 m. de Diluvium composé de cailloux de silex contenus dans un limon très argileux. Ce sont les restes d'une plaine analogue à la Crau, qui se formait au début de l'âge pléistocène, au débouché de toutes les petites vallées, qui descendent du haut plateau d'Artois. Elle suit les ondulations du sol sous-jacent, mais elle ne descend pas dans les vallées actuelles. C'était une nappe continue qui s'étendait des environs de Lens jusqu'à Watten, dans le Nord, et à laquelle appartient le Diluvium d'Helfault et celui d'Éperlecques.

Le mémoire se termine par quelques pages sur les nappes aquifères de la région.

Dans le premier fascicule sur la région de Douai, j'ai montré que la craie est imperméable ou pour ainsi dire imperméable, en dehors de ses joints et de ses diaclases (fissures). Celles-ci s'arrêtent dans le bas à la Meule et aux marnes crayeuses qui sont en

dessous : il en résulte qu'il y a un niveau d'eau général à la base de la craie. Ce niveau est constant, mais quelquefois peu abondant, quand la craie supérieure n'est pas fissurée. Il existe en outre des nappes locales, abondantes qui se tiennent dans la craie blanche, sans aucune position stratigraphique déterminée. Elles se trouvent là où la craie est fendillée et elles ont comme fond la craie compacte, qui est en dessous. J'ai démontré que la position de ces nappes se trouve sur la pente des coteaux et à la naissance des vallons.

La région de Béthune présente le même régime hydrographique souterrain dans sa partie orientale, qui est une plaine de craie en continuation avec la plaine crayeuse de la région de Douai. Il n'en est plus tout à fait de même pour la partie occidentale.

Dans le Haut Artois, la nappe piézométrique est celle de la craie ; elle est à 30 m. environ sous les plateaux, mais son altitude baisse à l'approche des vallées, parce que celles-ci étant assez profondes atteignent les marnes crayeuses. L'eau y sort par de nombreuses sources qui sont autant d'exutoires de la nappe. Par suite de cet abaissement progressif du niveau piézométrique à l'approche des vallées, une carte hydrographique de la région serait semblable à la carte orographique dont on aurait abaissé les plateaux.

Lorsque la craie s'enfonce sous les couches tertiaires de la Flandre, il naît un nouveau régime hydrographique, celui des fontaines artésiennes. L'eau qui descend souterrainement du Haut Artois par les fissures de la craie se trouve enfermée par la couche imperméable de l'argile de Louvil. Dès que l'on a percé l'argile par un forage et que l'on arrive à la craie, l'eau jaillit.

Les fontaines, soit artificielles, soit même naturelles, qui livrent passage à ces eaux captives, sont en nombre considérable entre Béthune et Aire. La Lys où se rendent toutes ces eaux serait une rivière extrêmement importante, si elle ne perdait son eau en route, par infiltration, dans les terrains perméables qu'elle traverse.

Une autre nappe captive existe dans la région de Béthune. Elle est contenue dans la craie blanche cénomanienne de Bruay, Marles, etc. Elle est retenue supérieurement par les marnes des Dièves. Elle donne naissance à des fontaines jaillissantes aux environs de Fruges. Cette nappe n'a pas d'issues ; elle ne produit pas de sources. On ne la connaîtrait pas sans des irruptions qu'elle fait parfois dans les travaux des mines, et sans les fontaines artésiennes de Fruges.

Le mémoire sur la région de Béthune est accompagné de deux planches de coupes, et de trois cartes.

Les coupes sont dirigées du SW. au NE. et montrent nettement le rôle des failles épicrétacées.

Les cartes sont celles : 1° de la surface primaire ; 2° de la surface turonienne ; 3° de la surface sénonienne ou plutôt crétacée.

1° La carte primaire est une carte géologique des terrains primaires en supposant la Craie et le Tertiaire enlevés. Elle fait ressortir les résultats des sondages. Il y a encore bien des lacunes dans nos connaissances et même dans nos suppositions raisonnées sur la disposition des terrains primaires dans la région. J'ai cru devoir les signaler en laissant en blanc les espaces et les relations inconnus.

On y voit, outre le bassin houiller, les massifs limitrophes de calcaire carbonifère et de Dévonien inférieur. Au Nord, il y a une zone schisteuse qui est du Dévonien supérieur ; puis une zone calcaire que l'on peut rapporter au Calcaire de Ferques ; puis on voit encore près d'Étaires, Merville, etc., le massif silurien de la Lys, qui s'étend sous toute la Flandre.

On remarquera l'étendue qui a été donnée au terrain triasique ; elle est certainement hypothétique, mais elle semble probable.

La carte primaire est orographique, elle indique l'altitude de la surface primaire par des lignes orologiques de 10 en 10 mètres. Dans la partie occidentale de la carte et dans la partie méridionale en dehors du bassin houiller, les sondages sont rares. Pour déterminer l'altitude de la surface primaire, j'ai dû avoir recours à une méthode indirecte. On a vu plus haut que l'épaisseur des marnes crayeuses est constante ; elle a de 90 à 100 m. Par conséquent, il suffit de déterminer la surface supérieure des marnes crayeuses pour placer à 100 m. plus bas la surface primaire avec une approximation de moins de 10 m.

La carte montre l'importance des failles épicrétacées sur le niveau de la surface primaire. Les failles de Pernes et de Marqueffles déterminent le noyau primaire de ce que l'on a appelé l'Axe de l'Artois.

2° Comme surface turonienne supérieure, j'ai pris celle des marnes crayeuses ou la base de la Craie à silex. Car il était impossible de déterminer avec précision la limite supérieure de la Craie à *Micraster breviporus*. Le contact entre cette craie et les marnes inférieures est loin d'être partout visible dans une région presque uniformément couverte de limon. Les affleure-

ments montrent soit la craie à silex, soit les marnes, rarement le contact des deux assises. Toutefois, sur le terrain, le géologue peut souvent se rendre compte de la différence en plus ou en moins, qui le sépare du niveau de contact. J'ai donc inscrit l'altitude de l'affleurement avec une notation indiquant qu'il fallait y ajouter ou en retrancher une certaine quantité indéterminée pour avoir l'altitude du contact désiré. Mais comme il m'était plus facile d'apprécier cette quantité qu'il ne le sera à celui qui lira ma carte dans son cabinet, j'ai mis entre parenthèses l'altitude probable de la limite en vue.

3° La troisième carte est la carte hypsométrique de la surface du terrain crétacique (Sénonien ou Turonien). C'est la surface de la craie, qu'elle soit sénonienne ou turonienne, qu'elle soit la craie à silex ou les marnes crayeuses. Ce n'est donc pas une surface stratigraphique déterminée.

Partout où la craie est recouverte par le terrain tertiaire, j'ai obtenu son niveau par les forages. Ils sont nombreux, mais ils laissent encore bien des lacunes.

Sur la surface où il n'y a pas de Tertiaire, on devait tenir compte du limon. Il fallait aussi faire abstraction des vallées, en les supposant comblées au niveau des plateaux voisins.

Il était nécessaire surtout d'avoir un nivellement beaucoup plus détaillé que celui de la Carte de l'État-Major. L'admirable nivellement fait pour le département du Pas-de-Calais par M. Lallemand, membre de l'Institut, m'a fourni presque toutes les indications désirables.

Ainsi construite, la carte orographique ne peut être qu'approximative. Elle suffit à montrer l'influence des failles épicrétacées sur l'orologie actuelle. Les lignes hypsométriques suivent la direction des failles. Si elles ne concordent pas complètement avec elles, c'est que depuis leur formation, le ruissellement a encore modifié légèrement la surface du pays.

Les cartes montrent de la façon la plus nette, la nature et la disposition de la Crête de l'Artois, que les hypothèses avaient si souvent embrouillées.

AVIS

Par décision du Conseil : **Le Compte Rendu des Séances n'est plus réimprimé dans le Bulletin proprement dit.**

Le **Compte Rendu sommaire des Séances** comprend les présentations d'ouvrages, analyses, résumés très courts et observations aux diverses communications, faits en séance ou adressés par la poste.

Le **Bulletin** ne renferme que les notes et mémoires détaillés, présentés en séance.

En conséquence **les Cahiers des Comptes Rendus sommaires des séances doivent être conservés.** Ils peuvent être, en fin d'année, reliés à part ou avec les fascicules du Bulletin. Des tables sont fournies à cet effet.

Les comptes rendus sommaires paraissent, en général, dans les quinze jours qui suivent la séance.

Deux pages au maximum sont accordées aux *notes* **originales.**

Une demi-page (petit texte) est accordée aux *observations* ou *rectifications* à une communication quelconque.

Un tiers de page est accordé pour les *présentations d'ouvrages imprimés.*

Ces limites comprennent les titres et les notes infrapaginales.

La page est de 42 lignes d'environ 60 lettres chacune. Les intervalles entre les mots et les signes comptent comme une lettre.

Les auteurs doivent déposer, à l'issue de la séance, les notes manuscrites concernant leurs communications pour le compte rendu sommaire. Les membres qui ont pris part à des discussions verbales en cours de séance et qui désirent qu'il en soit fait mention **sont invités à rédiger ces observations** *et à les remettre au secrétaire*, **autant que possible séance tenante.**

Le Secrétariat *ne garantit*, dans aucun cas, la publication *littérale* et *in extenso* des notes remises. Les auteurs peuvent indiquer les passages de leurs communications pouvant être supprimés sans inconvénient en cas de nécessité. *Il est toujours préférable de ne remettre que des résumés très concis.*

Les notes et mémoires étant mis en composition aussitôt leur dépôt, *les auteurs ont donc tout intérêt à remettre leurs manuscrits complets au moment même où ils font leurs communications orales ou écrites. L'impression de tout manuscrit insuffisamment lisible ou incomplet est ajournée et le manuscrit renvoyé à son auteur.*

Tarif des tirés a part	25 ex.	50 ex.	75 ex.	100 ex.	150 ex.	200 ex.	250 ex.
Brochage compris — 16 pages.....	5,50	7 »	8,50	10 »	13 »	16 »	19 »
12 —	5 »	6,25	7,50	8,75	10,25	12,75	15,25
8 —	4 »	4,75	5,50	6,25	7,75	9,25	10,75
4 —	3 »	3,50	4 »	4,50	5,50	6,50	7,50
2 —	2,50	2,75	3 »	3,25	3,75	4,25	4,75
Couverture							
Imprimée, titre spécial.....	4 »	4,50	5 »	5,50	6,50	7,50	8,50
Passe-partout avec titre de la note.....	3 »	3,50	4 »	4,50	5,50	6,50	7,50
Papier couleur sans impression.....	0,50	0,75	1 »	1,25	1,75	2,25	2,75

Les auteurs doivent faire, *sur le manuscrit*, leur **demande de tirés à part** *en donnant des instructions très précises pour la couverture*, aussi bien pour les tirés à part extraits du *Bulletin* que pour ceux extraits du *CR. sommaire*.

TABLE DES MATIÈRES (TOME XI, Fascicule 3).

Pages

J. Repelin. — Les limites de l'Étage aquitanien (*suite*) (*1 fig.*)..... 113

Édouard Harlé et ***André Harlé.*** — Le vol des grands Reptiles et Insectes disparus semble indiquer une pression atmosphérique élevée..... 118

Léon Bertrand. — Sur la structure géologique des Pyrénées occidentales et leurs relations avec les Pyrénées orientales et centrales : essai d'une carte structurale des Pyrénées (*6 figures, planche I*)..... 122

A. de Riaz. — Sur un gisement des couches à *Peltoceras transversarium* dans les Alpes-Maritimes..... 154

J. Lambert. — Victor-Auguste Gauthier, 1837-1911, avec liste des publications scientifiques (*p. 160*)..... 156

P. Fallot. — Sur l'existence possible de phénomènes de charriage à l'Ile de Rhodes (*3 fig.*)..... 162

J. Gosselet. — Les assises crétaciques et tertiaires traversées par les fosses et les sondages de la région de Béthune (*1 fig.*)..... 170

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS *Le gérant de la Soc. géologique :* L. Mémin.

4e Série, t. XI. — 1911. — N° 4-5

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832

QUATRIÈME SÉRIE

TOME ONZIÈME

FASCICULE 4-5 :

Feuilles 12-20.

122 cartes, coupes ou figures dans le texte.

PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI

1912

PUBLICATION MENSUELLE MAI 1912

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

Art. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les arts industriels et l'agriculture.

Art. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation [1] et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

Art. 38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de Novembre à Juillet.

Art. 39. — La Société se réunit deux fois par mois (le 1er et le 3e lundi du mois).

Art. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

Art. 46. — Les membres de la Société ne peuvent lire devant elle aucun ouvrage déjà imprimé.

Art. 48. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

Art. 50. — Chaque année, de Juillet à Novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

Art. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. 55. — ... Il ne peut être vendu aux personnes étrangères à la Société qu'au prix de la cotisation annuelle.

Art. 58. — Les membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années du Bulletin pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Toutefois, les volumes correspondant aux années antérieures à leur entrée dans la Société leur sont cédés, après décision spéciale du Conseil et conformément à un tarif déterminé.

Art. 60. — Quelle que soit la longueur des notes ou mémoires insérés au Bulletin, les auteurs pourront en faire faire à leurs frais un tirage à part.

Art. 73. — *Chaque membre paye: 1° un droit d'entrée; 2° une cotisation annuelle* [2].

Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs.

La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs.

La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (**400 francs**).

Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : **1000 francs**).

---

1. Les personnes qui désireraient faire partie de la Société et qui ne connaîtraient aucun membre qui pût les présenter n'auront qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

2. *Néanmoins sur la demande des parrains les nouveaux membres peuvent n'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le Bulletin que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.*

Limons et alluvions pléistocènes de la vallée inférieure du Var avec leur faune terrestre et fluviatile

par **E. Caziot** et **E. Maury**[1].

Nous avons publié récemment[2] un tableau récapitulatif des divers Mollusques terrestres et fluviatiles qui ont été signalés par divers auteurs dans le Pléistocène continental de la Ligurie occidentale et du département des Alpes-Maritimes. De nouvelles recherches dans ce département nous ont permis d'enrichir le nombre d'espèces fossiles à ajouter à ce tableau ; nous avons en effet trouvé de nouveaux gisements de Mollusques terrestres dans des limons qui sont situés en majeure partie sur les poudingues pliocènes bien connus de la vallée inférieure du Var.

Chambrun de Rosemont, dans son étude sur le delta pliocène du Var[3], a parlé incidemment du lehm rouge, mais préoccupé de sa démonstration de l'existence du déluge, il faisait remarquer que ces dépôts avaient été très rapides et, en tous cas, il n'avait reconnu aucune faune.

De même Desor[4] n'avait attaché qu'une importance très faible à ces dépôts limoneux.

M. Ambayrac le premier[5], dans son étude géologique le long de la ligne du chemin de fer du Sud, de Nice à Grasse et à Puget-Théniers, a signalé avec quelques détails l'existence de ces dépôts superposés d'une manière si irrégulière sur les poudingues pliocènes et donné le nom de quelques genres de Mollusques que l'on y rencontre. Il signale les argiles et graviers quaternaires à Saint-Barthélemy, les masses sableuses du Piol, les argiles orangées sableuses de Saint-Philippe, les alluvions argileuses de la Madeleine et les dépôts de graviers et argiles de Saint-Isidore avec *Helix*, *Bulimus*, *Cyclostoma*, *Stenogyra*, *Pupa*, etc.,

1. Note présentée à la séance du 3 avril 1911.

2. E. Caziot et E. Maury. Tableau récapitulatif et raisonné des Mollusques terrestres du Pléistocène de la Ligurie occidentale et du département des Alpes-Maritimes. *Journal de Conchyliologie*, vol. LVII, page 317.

3. Chambrun de Rosemont. Études géologiques sur le Var et le Rhône pendant les périodes tertiaires et quaternaires, 1873.

4. Desor. Sur les deltas torrentiels anciens et modernes. Lettre à M. A. Falsan. Nice, 1880. — Id. Sur les terrains diluviens et pliocènes des environs de Nice. *Bulletin de la Société niçoise*, tome I.

5. Ambayrac. Ligne de Nice à Grasse et à Puget-Théniers. Étude géologique et pittoresque. Nice, 1892.

mais sans distinguer les espèces et sans insister sur la formation de ces dépôts. Il a montré, en partie, la disposition de quelques-uns de ces dépôts dans des coupes qui sont annexées à son ouvrage.

Dans la Carte géologique à 1/80 000, feuille de Nice, M. Léon Bertrand désigne sous la lettre **a'** des alluvions pléistocènes, représentées par des affleurements d'un diluvium rouge cantonné sur les rives du cours inférieur du Var et ravinant les poudingues pliocènes ; mais il ne signale la présence d'aucun fossile et ces affleurements ne sont qu'imparfaitement délimités sur la carte.

Considérations générales. — Nous préciserons davantage la position de ces dépôts en indiquant très exactement sur une carte les limites de leurs affleurements et les principaux gisements.

Nous distinguerons d'une part les alluvions caillouteuses du Var formant des terrasses, les marnes sableuses à Mollusques d'eau douce et enfin les limons proprement dits.

Sur la rive gauche du Var, nous ne trouvons pas trace, dans sa partie inférieure, des alluvions pléistocènes. Dans la partie supérieure du Var et de ses affluents, au-dessus du confluent de la Vésubie, tous les dépôts meubles roulés situés à diverses hauteurs au-dessus du lit des cours d'eau et sur les deux rives ont été attribués par M. David Martin à l'action glaciaire.

Rive droite du Var. — En aval du confluent du Var et de l'Esteron, on trouve une terrasse d'alluvions anciennes sur cette rive que l'on voit très bien sous le village de Carros. Cette terrasse a toujours été confondue avec le Pliocène sur toutes les cartes géologiques. Cependant elle est bien nette et même, un peu en amont du pont de la Manda, on peut y remarquer aussi, mais moins nettement, une terrasse plus récente de 15 à 20 m. au-dessus de la basse plaine du Var, tandis que l'autre terrasse plus ancienne est à une altitude de 35 à 40 m. Après le pont de la Manda, sur la route de Carros, on voit en deux ou trois points le contact bien net entre ces alluvions et le Pliocène qui a été raviné par eux. Quand on examine une coupe fraîche de ces deux sédiments détritiques, on s'aperçoit facilement de leurs dissemblances. Les poudingues pliocènes sont généralement mieux cimentés avec des éléments plus réguliers et plus petits, avec bancs bien stratifiés souvent avec alternance de bancs d'argiles, de sables et un pendage à peu près général de 20° vers la mer ; tandis que les éléments des alluvions sont formés par des éléments beaucoup plus gros et plus mélangés, disparates, avec une stratification confuse et un ciment très friable qui permet leur désagrégation beaucoup plus rapide. Ils sont formés par les

mêmes roches qui entrent dans la composition des poudingues pliocènes, c'est-à-dire les granites et les schistes du massif du Mercantour, les grès permiens et triasiques et aussi, en plus petites quantités, les calcaires jurassiques et les grès oligocènes ; les parties marneuses du Crétacé et de l'Éocène n'ont pu se défendre contre l'érosion et constituent, avec des sables, les parties fines qui lient les éléments entre eux.

Cette terrasse, dont il vient d'être question, a 3 à 400 m. de largeur et s'amincit considérablement en aval du pont de la Manda pour se réduire au contact des calcaires jurassiques de la Gaude à de légers lambeaux ; mais à partir de la Baronne, on voit de nouveau apparaître sur le Pliocène, la terrasse d'alluvions anciennes qui correspond au niveau de 15 à 20 m. du pont de la Manda. Sur cette terrassse est bâti le bourg de Saint-Laurent-du-Var. Elle se continue ensuite après la gare, parallèlement au rivage de la mer, mais d'une manière plus irrégulière et plus confuse.

D'après ce que nous savons sur la formation des terrasses formées par les cours d'eau qui se jettent dans la Méditerranée et des modifications de niveau subies par cette mer relativement aux rivages actuels, il ne s'est pas produit de déplacements notables. Il est vraisemblable que la plus ancienne terrasse de la rive droite du Var correspond à la fin du Pliocène supérieur et la deuxième terrasse qui doit être due simplement, sous Carros, à un ravinement ultérieur de la première terrasse, correspond au Pléistocène inférieur. Ces terrasses correspondent aux maxima positifs du niveau de base.

C'est sur ces alluvions anciennes de la rive droite que l'on trouve des limons, mais en moins grande quantité que sur la rive gauche. La terrasse la plus ancienne est recouverte de limons argileux que traverse en particulier la route nationale de Cros de Cagnes à Saint-Laurent-du-Var, sur plus de un kilomètre. Les ravinements du vallon des Vaux et de ses affluents la découpent en plusieurs lambeaux qui s'étendent jusqu'à la vallée de la Cagne. En plusieurs points, nous avons trouvé des Mollusques terrestres, mais pas en amont de Saint-Laurent-du-Var.

Entre ce village et le pont du Var, le long du fleuve, on remarque sous l'assise de graviers et de limons de la deuxième terrasse, une assise d'argiles grises argilo-sableuses dans laquelle nous avons trouvé des Mollusques d'eau douce sans mélange de Mollusques terrestres. Ce sera le seul point où nous en avons rencontré dans toute la région, parmi les dépôts pléistocènes étudiés.

Rive gauche. — Sur la rive gauche, on ne voit plus trace des graviers qui forment les deux terrasses de la rive droite. Il n'existe

Fig. 1. — Carte des terrains pliocènes et pléistocènes de la vallée inférieure du Var et des environs de Nice. — 1/100 000.

plus sur les dépôts pliocènes que des limons rouges et jaunes. Ils forment une large bande de terrains sur les flancs des escarpements qui bordent immédiatement la plaine du Var. Depuis la gare du Var jusqu'à Nice même, les limons forment un terrain qui correspond à la terrasse la plus ancienne de Carros et Saint-Laurent-du-Var. Elle est coupée par divers torrents, à sec presque constamment, qui ont raviné fortement les poudingues pliocènes, c'est-à-dire par ceux de Caucade, de la Lanterne, de Terron, de Fabron, de Magnan. Néanmoins, on en rencontre encore d'autres lambeaux ayant même composition et faune identique ; ils sont tantôt à flanc de coteau, mais souvent à l'origine du creux des vallons.

Ces limons ne sont pas nécessairement des dépôts fluviatiles, car il n'y a pas de coquilles d'eau douce, mais seulement des Mollusques terrestres. On peut attribuer leur formation à un colmatage du Var ancien, mais plutôt à des dépôts alluvionnaires des ravins aboutissant au Var ou à la mer. Ces cours d'eau, à peu près à sec toute l'année, entraînaient des particules fines à l'époque des grandes précipitations atmosphériques et ces particules fines se déposaient dans la partie inférieure pour constituer les limons. Certains de ces limons ont été produits par un ruissellement de surface surtout en ce qui concerne les limons situés à flanc de coteau.

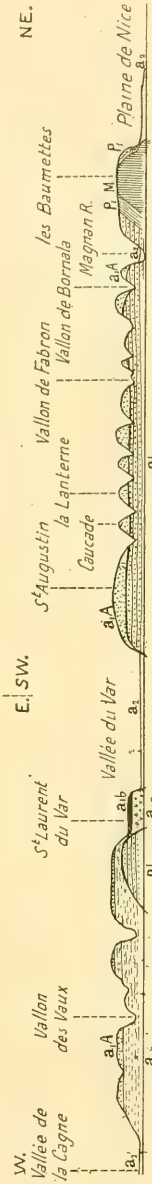


Fig. 2. — Coupe de la vallée de la Cagne a la plaine de Nice, suivant la voie ferrée a 200 m. au Nord. — Hauteurs : 1/15 000 ; longueurs : 1/75 000.
a_2, Basse plaine du Var, du Paillon, du Creos de Cagnes ; a_1 A, Terrasse supérieure de Saint-Laurent-du-Var ; a_1 b, Terrasse inférieure du Var ; a_1c, Alluvions anciennes à faune d'eau douce ; p^1, Poudingues pliocènes ; p^1, Marnes pliocènes, M, Terrains antérieurs au Pliocène.

Si l'on examine ces dépôts, on constate qu'ils correspondent à la définition du *lœss* ; ils sont en effet argilo-gréseux avec souvent des concrétions calcaires, sorte de poupées de forme variable, existant surtout à la base. Leur couleur

est généralement rouge ocreuse de teinte plus ou moins claire ; quelquefois ils sont simplement gris-jaunâtres. A la base, les assises sont souvent calcaires ; c'est une sorte de mollasse très dure et très irrégulièrement formée par des débris plus ou moins anguleux cimentés ; leur cohésion est suffisante pour que l'on puisse s'en servir comme moellons dans la construction des murs en bordure des propriétés.

La partie supérieure de ces limons est souvent difficile à saisir. C'est qu'elle se lie insensiblement à la terre végétale qui les recouvre et dont l'épaisseur, au bas des pentes, est très considérable.

Ces limons sont un produit de décalcification des roches jurassiques ou même des argiles triasiques ; ils ont pu se déposer par les torrents fluvio-glaciaires, mais nous n'avons aucune preuve certaine de leur origine.

Pour mieux se rendre compte de la disposition de ces limons, nous donnons une carte à 1/100 000 des diverses étendues occupées par eux et les alluvions de la rive droite du Var, jusqu'à la vallée de la Cagne à l'Ouest et la plaine de Nice à l'Est. En même temps, nous donnons une coupe parallèle au rivage de la mer depuis la vallée de la Cagne jusqu'à celle du Magnan en passant par Saint-Laurent-du-Var et le cimetière de Caucade.

Avant de nous occuper de la faune des divers gisements, nous allons décrire une ancienne rivière quaternaire dont les restes sont assez bien conservés : cette étude nous donnera des renseignements importants sur l'âge et la formation des limons.

Ancienne rivière quaternaire. — Le ravin actuel de Saint-Sauveur débouche dans la plaine du Var près de la station du chemin de fer du même nom. En remontant le lit de ce ravin, on rencontre à un km. environ de la plaine, sur les deux versants, des alluvions très sableuses et argileuses sans cailloux roulés ayant jusqu'à 30 m. d'épaisseur, à travers lesquelles le ravin a creusé son lit ; sur la rive droite se trouve le hameau de Capan construit sur la bordure de ces alluvions. Il résulte de leur examen que ces alluvions ont dû se déposer pendant une période de ruissellement minimum résultant d'un mouvement positif du niveau de la mer et produisant un exhaussement de la basse plaine du Var. C'est à l'époque de ce mouvement positif maximum que correspondent les terrasses et les limons de Caucade, de Saint-Laurent-du-Var et de la terrasse supérieure de Carros. Ensuite un mouvement négatif du niveau de la mer, en augmentant la pente du lit du Var et

de ses affluents, a déterminé une érosion considérable qui a démantelé toutes ces terrasses en creusant le lit de tous les ravins jusqu'aux poudingues pliocènes, ne laissant sur les versants qu'une faible partie de ces dépôts alluvionnaires.

Si l'on prend la route qui, de la plaine du Var, monte au village de Colomars en passant par Capan, on voit qu'elle suit pendant environ 2500 m. la bordure du niveau supérieur des alluvions de la rive droite, c'est-à-dire jusqu'à l'extrémité actuelle du vallon de St-Sauveur. Mais, en ce point, les alluvions des deux rives se rejoignent pour former une petite plaine. Ces alluvions se développent encore au delà, en dehors du bassin du ravin. On

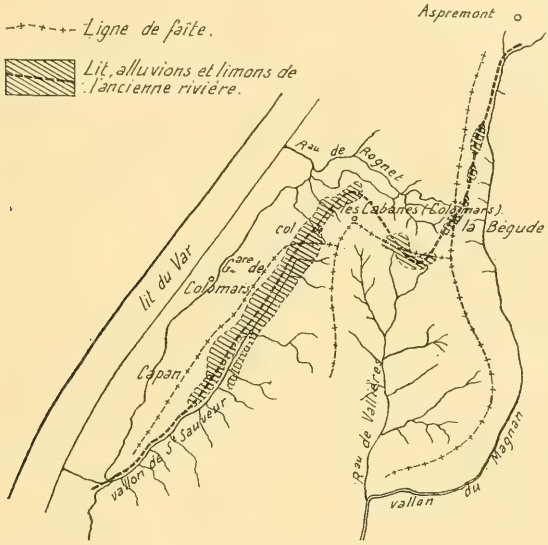


Fig. 3. — Tracé du cours d'eau pléistocène du vallon de Saint-Sauveur. 1/75 000.

peut alors suivre ces alluvions qui se continuent d'une manière très régulière, avec quelques coupures, sur le versant du coteau presque à pic du torrent de Rognet, lequel débouche dans la plaine du Var un peu en amont de la gare de Colomars. Ces alluvions apparaissent sur l'arête du col qui sépare ce dernier torrent de celui de Vallières, affluent de Magnan ; c'est là que passe la route qui va de Colomars à Aspremont et on peut délimiter ces alluvions avec une grande précision sur une longueur de 500 m. Souvent même on peut distinguer les deux berges de l'ancien lit du cours d'eau ancien. Ensuite on trouve quelques autres lambeaux alluvionnaires à la ferme de la Bégude (398 m.)

et sur les flancs de la rive droite du Magnan jusqu'à son raccordement avec la partie supérieure du vallon de Magnan.

Ainsi nous pouvons, sur la carte, indiquer le cours de l'ancienne rivière pléistocène jalonnée actuellement par des dépôts alluvionnaires et limoneux à faune de Mollusques terrestres dont nous donnons la liste ci-après (voir gisements de Capan et Colomars). Cette rivière a été captée dans la suite, en ce qui concerne la vallée supérieure, par le Magnan, et la partie moyenne, par les deux ravins de Rognet et de Vallières. Il ne reste plus de cette ancienne rivière, d'un cours d'environ 10 à 12 km., qu'un modeste ravin de 4 km. à peu près toujours à sec.

Ce captage s'est produit au moment du mouvement négatif qui a déterminé une érosion extrêmement considérable et probablement très rapide du Magnan et des affluents du Var.

En tous cas ce captage a eu lieu bien après les dépôts alluvionnaires dont la faune en Mollusques terrestres était identique sinon un peu plus ancienne que celle des limons de St-Augustin et de Caucade. Ce cours d'eau que nous avons appelé rivière était un simple torrent, souvent à sec, car il n'y a pas trace de Mollusques d'eau douce.

Considérations sur la faune. — Cette faune présente un mélange d'espèces de la zone tempérée; toutefois certaines d'entre elles comme l'*Helix hortensis*, l'*Helix strigella*, l'*Helix Cenisia*, la *Clausilia punctata* accusent un habitat plus septentrional. Il y a lieu cependant de faire remarquer que, sur les bords de la Méditerranée, on trouve actuellement, à côté de Mollusques ne quittant pas le voisinage de la mer, d'autres espèces spéciales à des régions froides qui vivent dans des ravins profonds, encaissés, exposés au Nord et où règne l'humidité : c'est ce que l'on constate actuellement à Nice où l'on trouve dans ces conditions, c'est-à-dire dans des ravins peu éloignés de la mer, l'*Helix obvoluta*, l'*Helix telonensis*, la *Clausilia crenulata*.

Les espèces trouvées dans les limons vivent encore, pour la plupart dans la région considérée, mais quelques-unes ont émigré vers le Nord. Nous n'avons pas constaté d'espèces éteintes ; tout au plus rencontre-t-on quelques espèces que l'on ne connaissait pas encore et que l'on pourrait peut-être retrouver maintenant dans les environs des points où nous les avons recueillies ; ces espèces constituent une mutation dans la série des petites espèces caractéristiques de cette période[1].

1. Nous n'avons trouvé l'*Helix aperta* que dans les argiles de Nice, mais non dans les limons. Il est difficile d'expliquer cette absence, car cette espèce est très abondante actuellement sur les bords du Var.

Toutes les espèces normalement un peu grandes de la faune actuelle font défaut, de même que dans les argiles de Nice qui constituent le sous-sol de la ville ; c'est à peine si nous exceptons l'*Helix nemoralis* et l'*Helix vermiculata*. Ces dernières espèces sont représentées d'ailleurs par des formes *minor*. Elles devaient donc vivre dans un milieu moins favorable à leur développement que le milieu actuel. D'autre part, les différences individuelles qu'elles manifestent sur les points où elles se trouvent en colonies sont plus accusées et peut-être plus sensibles que dans la faune actuelle ; c'est le propre de toute espèce en voie de formation et dont le type définitif n'est pas encore parfaitement fixé ; Locard fait remarquer que les espèces les plus riches en individus sont en général plus sujettes au polymorphisme que les autres. On trouve, en effet, de grandes quantités de petites espèces du groupe *heripensis* et *unifasciata* vivant presque toujours en colonies et l'on sait que ces groupes, très polymorphes, vivent dans des endroits secs, rocailleux et déserts.

Cette faune des limons, comparée à celle que nous observons actuellement, présente de grandes lacunes. Nous remarquons d'abord le petit nombre d'*Hyalinia*, aujourd'hui si répandues. Le genre *Leucochroa*, maintenant si commun, n'a pas encore apparu. Il en est de même des *Helix elegans*, *pisana*, *conspurcata*, qui pullulent actuellement dans les Alpes-Maritimes ainsi que les *Helix* de la section *Zenobia* (dont nous n'avons trouvé qu'une seule espèce, l'*H. Iadola* Bourguignat). Les Clausilies ne s'y trouvent qu'à l'état de rareté ; cela est très curieux parce que certaines d'entre elles, entre autres les *Clausilia solida* Drap., sont extrêmement communes de nos jours sur les bords du Var aussi bien que sur tout le littoral. Nous n'avons recueilli que deux ou trois exemplaires de cette espèce et un seul échantillon de *Clausilia punctata* Michaud, laquelle ne vit actuellement que dans les régions relativement froides de la Roya. Par opposition, le *Pupa similis* type se trouve souvent en grande quantité, constituant de véritables colonies. On ne trouve pas les variétés *major* Moquin-Tandon et *pachygastra* du même auteur. Enfin nous voyons apparaître quelques petites espèces de la grande famille des *Variabiliana* qui a pris, on le sait, une extension considérable dans la faune actuelle[1].

Nous avons dit que nous n'avions pas trouvé dans les limons une seule espèce fluviatile : cela tient évidemment à leur mode

1. Nous avons trouvé récemment dans la poche jurassique de Saint-Romain, où nous avons décrit une faune de Mollusques terrestres, une espèce de ce groupe, l'*Helix limbifera* (Locard).

de formation. Ce n'est que dans les argiles sableuses de Saint-Laurent-du-Var, au-dessous de la terrasse inférieure d'alluvions près du pont du Var, que nous avons recueilli les deux espèces : *Planorbis glaber* Jeffreys et *Limnæa truncatula* Müller, var. *minor*.

Il est nécessaire d'ajouter pour mémoire les espèces que l'un de nous a signalées dans un sondage de la plaine du Var[1] : *Limnæa peregra* Müller, *Planorbis rotundatus* Poiret, *Segmentina nitida* Müller, *Bythinia tentaculata* Linné, *Amnicola compacta* Paladilhe, *Paludestrina brevispira* Paladilhe, *Paludestrina gracillima* Bourguignat, *Paludestrina limnæformis* Caziot, *Cyclostoma elegans* Müller, *Succinea elegans* Risso.

Toute cette faune des limons, quoique distribuée dans de nombreux gisements, offre une parenté suffisamment grande pour que nous attribuions un même âge à tous ces limons : tout au plus devons-nous considérer comme plus anciens les dépôts de l'ancienne rivière de Capan (Saint-Sauveur).

Nous allons donner à la suite une liste des principaux gisements avec indication de toutes les formes que nous avons recueillies ; nous en signalons aussi de nouvelles.

Ces nouvelles espèces seront décrites et figurées ultérieurement ainsi que quelques autres espèces déjà décrites, mais non figurées.

La plupart de ces déterminations ont été revues par M. Germain qui, outre l'autorité qui s'attache à ses indications, a pu comparer nos formes avec celles des collections du Muséum ; qu'il veuille bien recevoir nos sincères remerciements pour son extrême obligeance.

Principaux gisements

Route de Caucade au Var.

Helix nemoralis Linné.
— *rugosiuscula* Michaud.
— *unifasciata* Poiret.
— A ; n. sp.
— *tremesia* Bourg.
Helix hortensis Müller.
— *mauriana* Bourg.
— *papalis* Locard.
— *trepidula* Servain.

Chemins, sentiers reliant Saint-Augustin a Caucade.

Helix unifasciata Poiret.
— *Groboni* Bourg.
— *tremesia* Bourg.
Helix Jeanbernati Bourg. n. var.
— *Cenisia* Charp. n. var.

1. E. Caziot. Nouveau gisement pléistocène lacustre sur la rive droite du Var, près de son embouchure. *B. S. G. F.*, (4), VIII, 1908, p. 12.

Chemin de Saint-Augustin.

Helix rugosiuscula Michaud.
— *Groboni* Bourg.
— *unifasciata* Poiret.
— *ericetorella* Servain.
— *hespedosa* Bourg. n. var.
Cyclostoma elegans Müller.
Helix lugduniaca Mabille.
— *mauriana* Bourg.
— *trepidulina* Locard.
— D ; n. sp.
Cyclostoma elegans Müller var. *major* Bourg.

Saint-Isidore.

Helix unifasciata Poiret.
— B ; n. sp.
— *cespitum* Drap.
Pupa similis Brug.
— *variabilis* Drap.

Route de Saint-Isidore a Curti.

Hyalinia Blauxeri Shuttleworth.
Helix hortensis Müller.
— *scrupea* Bourg.
— *unifasciata* Poiret.
— *nemoralis* L.
— *acosmia* Bourg.
Helix Groboni Bourg.
— *subpyramidata* Caziot.
Pupa variabilis Drap.
Rumina decollata L.
Ena quadridens Müller.

Curti, sur la route.

Helix vermiculata Müller.
— *nemoralis* L. var. *major*.
Pupa variabilis Drap.

Entre Saint-Aubin et Sainte-Marguerite.

Helix vermiculata Müller.
— *cespitum* Drap.
— *nemoralis* L.
— *subpyramidata* Caziot.
Cyclostoma elegans Müller.
— *elegans* var. *major* Bourg.
Rumina decollata L.

Sainte-Marguerite, sur les bords de la route de Saint-Isidore.

Helix strigella.
— *vermiculata* Müller.
— *cespitum* Drap.
— *ericetella* Jousseaume.
— *subpyramidata* Caziot.
— *cespitum* Drap. var. *dismathia* Nevill.
— *pyramidata* Drap.
Helix nemoralis L.
— *tremesia* Bourg.
Cyclostoma elegans Müller.
— *elegans* var. *major* Bourg.
Pupa similis Brug.
— *variabilis* Drap.
Ena quadridens Müller.
Rumina decollata L.

La Lanterne.

Helix nemoralis L.
Cyclostoma elegans Müller

Lingostière.

Helix unifasciata Poiret.
— *Groboni* Bourg.
— *rugosiuscula* Michaud.
— *acosmia* Bourg.
Ena quadridens Müller.
Pupa similis Brug.
— *variabilis* Drap.

Ravin de la Tour.

Helix unifasciata Poiret.
— *Groboni* Bourg.
Pupa variabilis Drap.
Ena quadridens Müller.

Saint-Pancrace.

Hyalinia C ; n. sp.
Helix unifasciata Poiret.
— *Valcourtiana* Bourg.
— *Pauli* Bourg.
— *alavana* Bourg.
Helix angygyra Ziegler.
Cyclostoma elegans Müller.
Clausilia punctata.
Pupa similis Brug.
— *variabilis* Drap.

Fabron.

Helix hortensis Müller.
— *maritima* Drap.
— *vermiculata* Müller.
— *Lycabetica* Le Tourneur.
Helix Iadola Bourg.
— *nemoralis* L.
Clausilia solida Drap.
Rumina decollata L.

Propriété Borriglione.

Helix vermiculata Müller.
— *unifasciata* Poiret.
— *crenulata* Müller var.
— *mantinica* Mabille.
Helix Groboni Bourg.
Cyclostoma elegans Müller.
— *vardeorum* Bourg.

Caucade.

Helix nemoralis L.
— *rugosiuscula* Michaud.
— *unifasciata* Poiret.
— A. n. sp.
— *Tremesia* Bourg.
— *hortensis* Müller.
Helix mauriana Bourg.
— *papalis* Locard.
Pupa variabilis Drap.
— *trepidula* Servain.
— *similis* Bruguière.

Chemin de Saint-Augustin.

Helix rugosiuscula Michaud.
— *Groboni* Bourg.
— *unifasciata* Poiret.
— *trepidulina* Locard.
— *hispidosa* n. var.
— *subpyramidata* Caziot.
— *Lugduniaca* Mabille.
Helix mauriana Bourg.
— D ; n. sp.
— *ericetorella* Servain.
Cyclostoma elegans var. *major.*
— *pyramidata* Drap.
— *elegans* Müller.

Route de Cros-de-Cagnes a Cagnes.

Hyalinia olivetorum Gmelin.
Pupa similis Brug.
Cyclostoma elegans Müller.
Zua subcylindrica L.

Route de Saint-Laurent-du-Var a Cros-de-Cagnes.

Cyclostoma elegans Müller.

Capan.

Helix nemoralis L.
— *unifasciata* Poiret.
— *rugosiuscula* Michaud.
— *subpyramidata* (tr. comm).
Helix vardeorum Bourg.
Pupa variabilis Drap.
Ena quadridens Müller

Moulin de Gondran.

Helix nemoralis L.

Les Cabanes (Colomars).

Helix nemoralis L.
— *unifasciata* Poiret.
— *subpyramidata* Caziot.
Pupa similis Brug.
Cyclostoma elegans Müller.
Rumina decollata L.

Pseudotoucasia et *Bayleia*

par **Henri Douvillé**[1]

Le fossile qui fait principalement l'objet de cette note a été cité par d'Orbigny, dans ses premiers travaux sur les Rudistes, en 1842[2], sous le nom de *Caprina subæqualis* (p. 186), tandis qu'à la page précédente, en note, il est décrit sous le nom de *Caprotina subæqualis*, avec la diagnose suivante :

« *Testâ elevatâ ; apertura oblongâ ; valvâ inferiore sinistrorsum subspirali externe carinatâ, lævigatâ, sulco longitudinaliter armatâ ; valvâ superiore subspirali rotundatâ, convexâ, lævigatâ.*
« Diamètre, 60 mm.
« Localité : Craie chloritée moyenne, la Cadière (Var) ».

Si l'on compare cette description avec celle des autres espèces décrites dans la même note, on voit qu'elle est distinguée en particulier de la *Caprotina Archiaci* par la forme arrondie de la valve supérieure.

Au sujet de l'attribution générique, il est intéressant d'examiner la première classification proposée par l'auteur, dans la note ci-dessus. Il divise l'ordre des Rudistes en deux familles distinctes, les *Hippuridées* à valves coniques ou arrondies, comprenant les genres *Crania*, *Hippurites* et *Radiolites*, et les *Caprinidées* avec valves obliques ou spiralées, comprenant les genres *Caprina*, *Caprotina* et *Ichthyosarcolite*.

Plus tard d'Orbigny fait passer le fossile que nous étudions dans le genre *Requienia* proposé par Matheron en 1842 pour le *Chama ammonia* Goldfuss. La date exacte de ce changement est assez difficile à préciser : dans le second volume du Prodrome qui porte la date de 1850, d'Orbigny place encore les *Requienia* Matheron dans ses *Caprotina* ; il en est de même dans le deuxième volume du Cours élémentaire (1851). Mais il a modifié assez profondément sa classification : il distingue maintenant la famille des *Caprinidæ* avec les genres *Hippurites*, *Caprina*, *Caprinula*, *Caprinella* (Ichthyosarcolite), présentant tous des canaux, et celle des *Radiolidæ* comprenant les genres *Radiolites*, *Biradiolites* et *Caprotina*.

1. Note présentée à la séance du 24 avril 1911.
2. D'Orbigny. Quelques considérations zoologiques et géologiques sur les Rudistes (lues à l'Académie des Sciences, dans la séance du 31 janvier 1842). *Ann. Sc. nat.*, t. XVII, p. 173.

Dans le volume IV de la Paléontologie française, la planche 598 porte encore en légende *Caprotina subæqualis*, mais dans le texte (p. 264) la même espèce est décrite sous le nom générique de *Requienia*. D'après ce qui précède, ce changement est postérieur à 1851, et cependant l'exemplaire du volume que j'ai sous les yeux porte au titre la date de 1847-1849, tandis que dans le texte le nom de *Requienia subæqualis* est suivi de la date 1850. Quant à la classification elle-même, elle reproduit tout d'abord celle du traité élémentaire (voir pp. 157 et 194), mais page 238 on voit apparaître un nom nouveau : « il (le genre *Caprotina*) se distingue des *Caprotinella*, avec lesquelles il a les mêmes caractères différentiels qu'avec les *Caprina*, par sa valve inférieure en cornet, par les cavités en cornet de l'intérieur des deux valves, et par la présence d'une forte charnière comme celle des Radiolites. » Il n'est plus question de ce genre, mais à la suite des *Caprotina*, on voit apparaître (p. 247) le genre *Requienia* Matheron se distinguant des *Caprotina* « par sa valve inférieure qui, au lieu de devenir conique, reste toujours oblique, couchée sur le côté... ; par le manque de grandes dents internes à la charnière, par le manque de cavité en cornet à l'intérieur, et au contraire par la présence de lames intérieures toujours isolées et se continuant du bord au sommet des crochets. Ce sont en résumé des Caprotines couchées sur le côté, sans charnière intérieure, ni cavités coniques, ces parties remplacées par des lames longitudinales isolées ».

Il semble bien que c'est au cours de l'impression de la feuille 21 (pp. 233-248) qu'il a introduit d'abord le nouveau genre éphémère *Caprotinella*, et qu'il l'a remplacé presque aussitôt par le genre *Requienia* Matheron ; c'est dans la feuille suivante que se trouve la description de *R. subæqualis*.

On voit en résumé que d'Orbigny distingue les *Requienia* des *Caprotina* par la forme de la valve inférieure, par l'absence des deux grandes dents cardinales de la valve supérieure, des cavités accessoires, et par la présence de lames myophores. Le premier et le dernier caractère seuls sont importants ; nous allons voir en effet que *R. subæqualis* présente de véritables cavités accessoires analogues à celles des *Caprotina* ; le caractère le plus net lui a échappé, c'est que les Réquiénidés sont *fixés par la valve gauche* tandis que les Caprotines le sont *par la valve droite*, comme je l'ai indiqué en 1886 ; malgré cela, son coup d'œil de naturaliste ne l'avait pas trompé et il avait senti que les deux formes devaient être séparées.

Dans la description du *Requienia subæqualis*, de la Paléon-

tologie française (p. 264), l'auteur indique cette fois bien nettement les caractères de l'espèce :

« Voisine des espèces précédentes par ses valves contournées, elle a les valves presque égales comme le *R. Archiaciana*, mais sa valve supérieure n'est pas carénée, et montre *deux* lames internes, caractères qui n'existent pas chez les autres espèces. »

Ce dernier caractère est en effet très singulier; dans plusieurs formes du même groupe il existe bien une lame postérieure myophore, mais cette lame est nécessairement unique; la présence de deux lames restait donc très énigmatique. Cette question m'avait préoccupé à plusieurs reprises, mais le manque de matériaux suffisants m'avait empêché d'en poursuivre la solution.

Fig. 1. — *Bayleia subæqualis.* Coupe oblique montrant les deux cavités accessoires *O* et *O'*, placées de part et d'autre de la lame myophore *mp*.

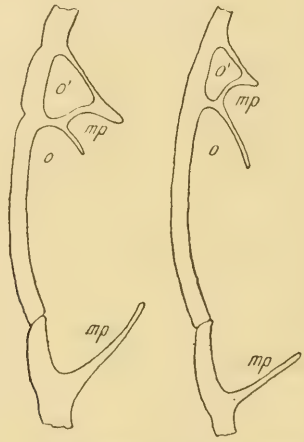


Fig. 2. — *B. subæqualis.* Deux coupes perpendiculaires à la commissure.

Un premier échantillon de Coudoux, communiqué par le colonel Jullien, me montra que les deux lames se réunissaient à leur partie inférieure, délimitant ainsi une sorte de cavité analogue à celles des Caprotines; la conservation était malheureusement insuffisante. J'eus alors recours à la collection du Muséum, dépositaire des types de d'Orbigny; M. Boule, avec son obligeance habituelle, voulut bien, par l'intermédiaire de M. Thevenin, me communiquer un double de cette collection et m'autoriser à le sectionner. Une coupe dirigée à peu près normalement aux lames postérieures montra qu'il y avait, en outre de la cavité dont je viens de parler, une deuxième s'étendant jusqu'à l'appareil cardinal (fig. 1). Enfin je pus emprunter aux collections de la Sor-

bonne un troisième échantillon provenant de la collection Toucas; il était plus complètement conservé que les précédents et j'en reproduis ci-contre (fig. 2) deux sections perpendiculaires à la commissure. La disposition qu'elles présentent peut s'expliquer facilement : on distingue sur la valve inférieure une lame myophore très saillante; en regard sur l'autre valve vient se placer une lame épaisse qui doit supporter l'autre extrémité du muscle postérieur. La partie utile de cette lame est limitée du côté externe par une lame saillante perpendiculaire à sa direction qui, en se dirigeant vers la charnière, délimite la deuxième cavité accessoire *O*; la lame myophore elle-même est reliée à la surface interne de la valve par une lame mince formant une sorte de

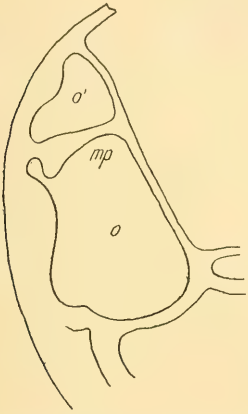


Fig. 3. — *B. Pouechi.* Section passant par l'appareil cardinal et montrant les deux cavités accessoires.

Fig. 5. — *Pseudotoucasia santanderensis.* Coupe montrant la lame myophore pédiculée *mp*.

Fig. 4. — *Bayleia Pouechi* M.-Ch. Section perpendiculaire à la commissure, montrant les deux cavités accessoires *O* et *O'*, au-dessous et au-dessus de la lame myophore *mp*.

pédicule : c'est la première des deux lames signalées par d'Orbigny, la seconde lui est presque parallèle et aboutit à l'extrémité interne de la lame myophore, délimitant ainsi la première cavité accessoire *O*; c'est en réalité une véritable lame de soutien.

Il est intéressant de faire remarquer que les deux cavités accessoires dont il vient d'être question sont exactement disposées comme celles de la valve supérieure des Caprotines : dans les deux cas la cloison qui les sépare aboutit à la lame myophore postérieure. Mais elles se trouvent dans des valves différentes, valve gauche dans *Caprotina*, valve droite dans *R. subæqualis*.

Cette dernière espèce présente, comme on le voit, des caractères très différents de ceux des *Requienia* ; elle ne peut donc être maintenue dans ce genre. Elle diffère également des *Toucasia* et des *Apricardia* qui ne présentent qu'une lame myophore simple. Mais la présence des deux cavités accessoires la rapproche du genre *Bayleia* dont j'ai indiqué les caractères en 1886[1] ; pour faciliter la comparaison, j'ai fait représenter (fig. 4) une section perpendiculaire à la commissure pratiquée dans un échantillon bivalve de cette dernière espèce et (fig. 3) une section passant par l'appareil cardinal : on voit qu'il existe une lame myophore épaisse portée également sur un pédicule mais beaucoup plus court que dans l'espèce précédente. La cavité accessoire *O'* située au-dessus de la lame myophore présente une forme identique ; elle est limitée intérieurement par une lame de soutien partant du bord interne de la lame myophore ; mais ici c'est le prolongement de cette lame de soutien qui limite intérieurement la seconde cavité accessoire, de telle sorte que c'est la lame myophore tout entière qui sépare les deux cavités et non plus seulement son pédicule. Malgré cette différence on pourra, au moins provisoirement, ranger dans ce genre l'espèce qui nous occupe et qui deviendra alors *Bayleia subæqualis* Orb. sp. Le genre *Bayleia* se trouvera alors caractérisé par la présence des deux cavités accessoires de part et d'autre de la lame myophore postérieure ; en outre cette lame myophore est écartée de la surface interne de la coquille et portée par un pédicule plus ou moins saillant. Il semble bien que cet écartement de la lame myophore a été précisément la cause première du développement des lames de soutien qui limitent les cavités accessoires ; ce serait là le caractère primordial et nous serions ainsi amenés à rattacher les *Bayleia* au *Toucasia santanderensis* de l'Albien dans lequel on voit apparaître pour la première fois cette disposition (fig. 5), qui se trouve ainsi caractériser un rameau spécial. Il deviendra dès lors nécessaire de séparer la forme primitive du genre *Toucasia* auquel je l'avais d'abord réunie et j'ai proposé[2] d'en faire un genre nouveau sous le nom de *Pseudotoucasia* ; ce genre se distinguera à la fois des *Toucasia* et des *Apricardia* par l'existence d'un pédicule supportant la lame myophore postérieure, sur la valve supérieure droite (type *Pseudotoucasia santanderensis* H. Douvillé).

1. Essai sur la morphologie des Rudistes, *B. S. G. F.*, (3), XIV, p. 223.
2. *CR. somm. des séances de la Société géol. de France*, 24 avril 1911, p. 82.

Extrémité nord du Massif de la Grande Chartreuse

par **D. Hollande**[1]

Dès l'année 1850, Ch. Lory, mon regretté maître, publiait un important travail sur la série des terrains crétacés dans le département de l'Isère. En 1852, il publiait différentes coupes géologiques des montagnes de la Grande Chartreuse ; en 1862, il rendait compte d'une excursion géologique faite en compagnie de plusieurs géologues dans la vallée d'Entremont. Enfin, en 1864, il publiait son mémoire, demeuré classique, sur le massif de la Grande Chartreuse. Il expliquait les dislocations de ce massif par des failles ; les recherches faites depuis ont établi que les failles de Voreppe, de la Chartreuse et d'Entremont ne sont que des plis-failles souvent étirés, avec quelquefois des chevauchements, ayant amené la suppression d'assises, même d'étages. Dans la partie nord de ce massif, en fait de cassure nette, suffisamment importante, avec dénivellation, il n'y a guère que la faille située entre les plateaux du mont Granier et de l'Alpette (F de la figure 5).

En même temps que Ch. Lory donnait de la stratigraphie de l'Éocrétacé du massif de la Grande Chartreuse une interprétation si nette, Dumont, accompagné de Chamousset et de L. Pillet, découvrait la craie de la vallée d'Entremont-le-Vieux ; plus tard, parurent à ce sujet, les importantes notes de l'abbé Vallet, de L. Pillet et de Ch. Lory. Enfin, durant les dernières années, d'autres travaux furent publiés sur les vallées d'Entremont, de Couz et du plateau de Montagnole; parmi eux, je citerai tout particulièrement la note de L. Pillet intitulée « Le Portlandien de Montagnole », publiée à la suite de la détermination des fossiles trouvés par lui, par Pellat ; ainsi que le mémoire de M. J. Révil, paru en 1901, sur la structure de la vallée d'Entremont et du plateau de Montagnole.

Tectonique. — Le géologue qui visite le massif de la Grande Chartreuse ne doit donc pas s'attendre à trouver à glaner beaucoup. Cependant, il m'a semblé qu'il serait peut-être intéressant de préciser le rôle important joué par l'un des anticlinaux de son

1. Note présentée à la séance du 6 novembre 1911.

extrémité nord et d'appeler l'attention sur les dépôts du Jurassique supérieur de la vallée des Entremonts.

Voici d'abord les coupes que j'ai relevées entre Saint-Pierre d'Entremont et la Croix du Mollard (figures 1 à 7).

La carte (fig. 9) présente l'ensemble des plis anticlinaux et synclinaux de l'extrémité nord du massif de la Grande Chartreuse. On y trouve trois anticlinaux caractéristiques 1, 2, 3; les autres, nombreux, ne sont que des multiplications secondaires des premiers. Il y a donc :

1° Anticlinal, sur le Jurassique, de Bellecombe, Chapareillan, Curienne ; multiplié, au Nord, avec *déversement est*, par plusieurs plis secondaires *a*, *b*, *c*, *d*. Sauf pour *d*, représenté par un demi-anticlinal à flanc droit et qui, par l'inclinaison de ses bancs, à l'Est, indique un anticlinal à charnière ouest ;

2° Anticlinal, sur le Jurassique, de Francillon - La Coche-Buisson rond-Chesse ; multiplié, au Nord, avec *déversement ouest*, par plusieurs plis secondaires *e*, *f*, *g*, *h* ;

3° Anticlinal Guiers Vif-Corbel-Grapillon-ruines de Saint-Claude ; multiplié, au Sud, avec déversement est pour le pli *i* et ouest pour les plis *j*, *k*.

L'anticlinal jurassique de la vallée du Graisivaudan ne présente plus que l'un de ses flancs, l'érosion a enlevé l'autre. D'après l'allure des couches du demi-anticlinal restant, il est visible que cet anticlinal *à charnière est* se prolonge au Nord de Chapareillan. On remarque, en effet, au lieu dit Beauregard, c'est-à-dire aux dernières maisons de Saint-Martin, des débris de l'éboulement du Mont Granier au milieu desquels pointent des lambeaux de calcaire du Jurassique. Enfin, jalonné par « un lambeau de Jurassique affleurant *au milieu des éboulis de Myans*, d'après M. J. Révil » il va rejoindre celui de la Roche de la colline de Curienne également *à charnière est* ; anticlinal multiplié ici, comme il est dit plus haut, par plusieurs plis secondaires *a*, *b*, *c*, *d*, déversés à l'Est, sauf pour *d*. On remarquera que dans les Alpes calcaires de la Savoie, de la zone subalpine, la règle générale qui régit les plis anticlinaux est d'avoir *les charnières orientées à l'Ouest*.

L'anticlinal Francillon-La Coche se prolonge à l'Ouest de l'arête de l'Alpette et du Mont Granier ; puis à partir du hameau de La Coche, il plonge sous les étages de l'Éocrétacé ; et, jalonné par le petit anticlinal situé entre Sancosse et la Cantine, sur la route du Pas de la Fosse à Entremont, il va rejoindre l'anticlinal de Pierre Grosse-Buisson rond. Au Nord, il est multiplié par quatre plis secondaires *e*, *f*, *g*, *h*, avec les charnières orientées à l'Ouest.

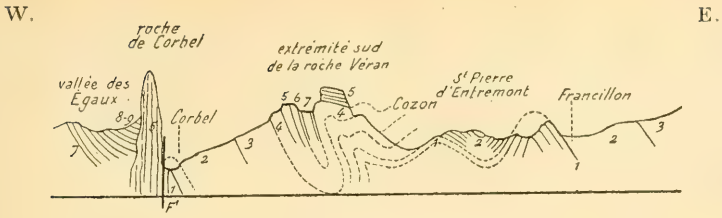


Fig. 1. — Rive droite du Guiers vif.

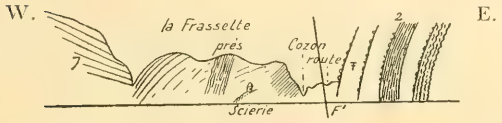


Fig. 2. — Coupe a la scierie de la Frassette.

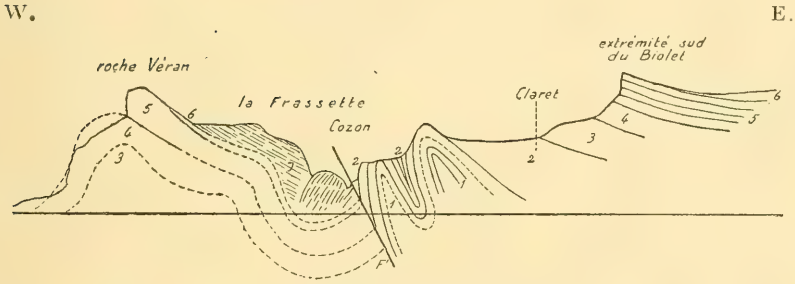


Fig. 3. — Coupe de la Roche Véran au Rocher du Biolet.

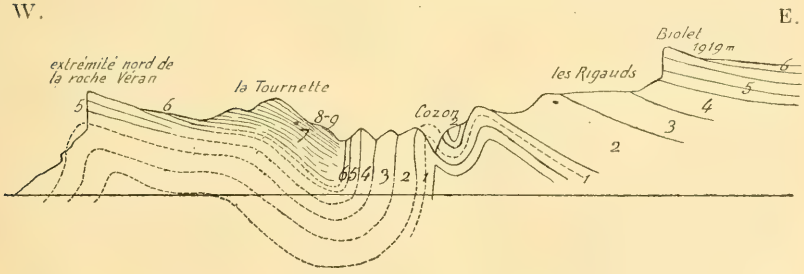


Fig. 4. — De la Tournette au Rocher du Biolet (1919 m.).

Fig. 1 à 4. — 1, Tithonique (Portlandien) ; 2, Berriasien ; 3, Valanginien ; 4, Hauterivien ; 5, Barrémien-Aptien ; 6, Albien ; 7, Calcaire et craie du Sénonien ; 8-9, Groupe mollassique tertiaire (Chattien et Burdigalien) ; F', Pli-faille ; F, Fossiles assez abondants. — Longueurs : 1/80 000.

Le pli *h* est le plus important. Il se développe, en effet, au Sud, jusque vers Saint-Pierre d'Entremont et peut-être au delà. Les coupes ci-jointes ont été relevées spécialement afin d'en suivre les transformations. A Saint-Pierre d'Entremont (Savoie) dans le lit du Guiers-Vif, à côté de l'Hôtel Mollard, il forme une petite voûte droite dans les calcaires du Berriasien. Au Nord de l'église, il est faiblement incliné à l'Ouest, avec apparition à la charnière des dépôts du Tithonique supérieur ainsi que l'indique la coupe de la figure 1. Entre Saint-Pierre d'Entremont (Savoie) et La Frassette, les dépôts de l'Éocrétacé du flanc inférieur de ce pli *h* sont fortement arasés; sur le flanc supérieur ils manquent tous, sauf le Berriasien. Ceux du flanc inférieur reparaissent au Nord de La Frassette mais fortement relevés ou renversés, tandis que ceux du flanc supérieur manquent jusqu'à l'arête Mont de Joigny-Mont Pellaz, sauf toujours pour le Berriasien. Au Sud de La Frassette cet anticlinal, incliné vers l'Ouest, étant rompu à la charnière, les dépôts du flanc inférieur ont leurs bancs fortement relevés en décrivant une légère courbe présentant à l'Ouest la partie convexe, ainsi que l'indiquent les coupes des figures 2 et 3. Il y a ici disparition des étages valanginien, hauterivien, barrémien, aptien et albien, les bancs du Berriasien n'étant séparés de ceux de la craie que par quelques mètres, c'est le début du pli-faille F'. A l'Est du vallon des Courriers les différents étages de l'Éocrétacé de ce flanc inférieur reparaissent avec leurs bancs fortement relevés ou renversés (voir fig. 4). Cette disposition explique la situation de l'arête urgonienne que l'on voit à l'Est de ce vallon des Courriers.

Au Nord de Gandy, l'érosion a également enlevé une partie des dépôts de l'Eocrétacé. Puis, plus au Nord, par suite du chevauchement du pli vers l'Ouest, on constate la disparition progressive (voir fig. 6) à la base de la partie renversée, d'abord de l'Urgonien, puis de l'Hauterivien et enfin du Valanginien pour ne laisser que le Berriasien, reposant au Mont Pellaz, sur le groupe mollassique 8-9 du Tertiaire. Par suite de ce chevauchement du pli *h*, le synclinal de La Pointière-La Frassette a considérablement diminué en largeur, si bien qu'il ne forme plus à la Croix du Mollard qu'une étroite vallée se prolongeant ensuite au Nord par une sorte de couloir vers Saint-Cassin.

Le pli *h* se prolonge donc sur tout le bord Est du synclinal La Pointière-La Frassette, de Saint-Pierre d'Entremont à Saint-Cassin; tandis que les plis *g*, *f*, *e*, se perdent sous l'arête du Mont Pellaz-Mont de Joigny. Il en résulte que les anticlinaux *h*

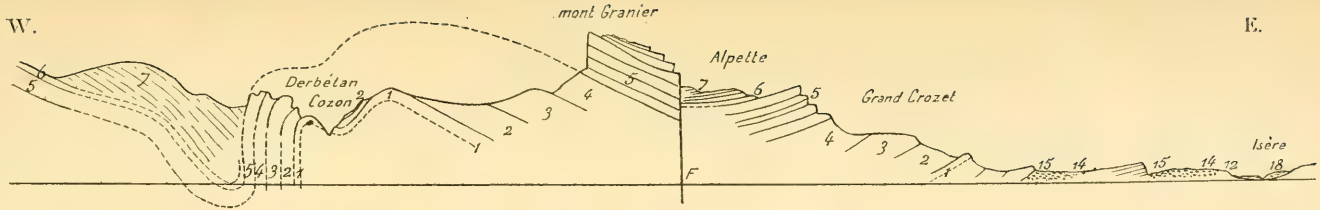


Fig. 5. — De la vallée d'Entremont a l'Isère.

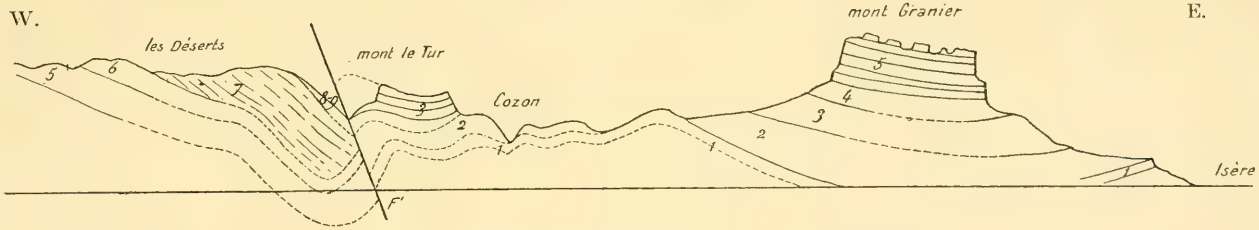


Fig. 6. — Du hameau des Déserts au Mont Granier.

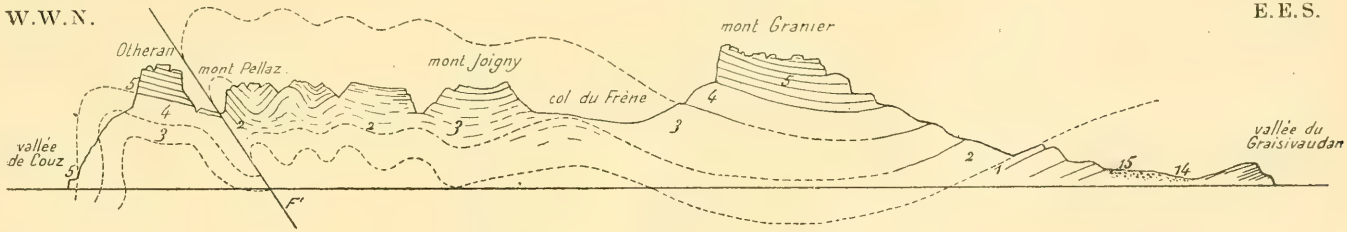


Fig. 7. — De la vallée de Couz a la vallée du Graisivaudan.

Fig. 5-7. — Même légende ; — 12, Alluvions glaciaires (glaciation würmienne) ; 14, Alluvions interstadiaires ; 15, Alluvions glaciaires (glaciation néowürmienne) ; 18, Alluvions modernes ; F, faille. — Longueurs : 1/80 000.

et 2 (voir la carte, fig. 9) situés sur le Jurassique, caractérisent la vallée des Entremonts ; l'un (2) reste toujours bien distinct, sur le bord est, sous la forme d'une arête élevée longeant celle formée par l'Alpette et le Mont Granier ; l'autre (*h*), moins bien caractérisé, longe pour ainsi dire l'axe de la vallée pour s'incurver au Nord, vers l'Ouest, en comblant peu à peu, par chevauchement, le synclinal de La Pointière-La Frassette.

On rémarquera également dans cette vallée l'énorme ouverture laissée entre les deux arêtes latérales de l'Urgonien, soit entre l'arête du vallon des Courriers et l'Alpette qui est d'environ trois kilomètres, soit entre le Mont Otheran et le Mont Granier qui est d'environ cinq kilomètres. On observera encore que les plis des parties profondes sont, de beaucoup, plus multipliés que ceux de la surface, fait signalé du reste depuis longtemps. Il arrive aussi quelquefois que les marno-calcaires du Berriasien sont fortement plissés bien que reposant sur des bancs du Jurassique qui le sont à peine.

C'est ainsi qu'aux Curialets, le long de la route, il y a des marno-calcaires *repliés dans tous les sens* sur le Jurassique légèrement ondulé (voir fig. 8). Mais lorsque ce dernier présente une série de plis secondaires rapprochés, les marno-calcaires du Berriasien comblent toujours les synclinaux qui en résultent, tout en n'étant généralement que peu plissés.

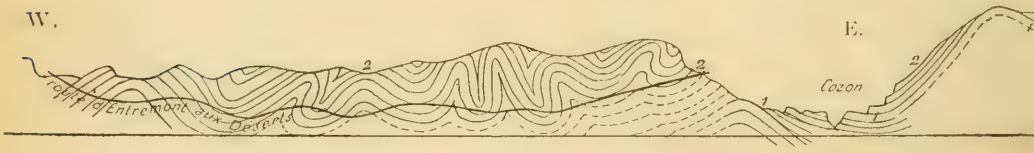


Fig. 8. — Coupe vers le hameau des Curialets, sur la route d'Entremont aux Déserts. — Même légende. — 1/80 000.

L'anticlinal Guiers Vif-Corbel-Ruines de Saint-Claude a été étudié par M. J. Révil sous les termes de « faisceau anticlinal du Corbelet-Hautheran » ; après avoir décrit la terminaison périclinale de cet anticlinal aux ruines de Saint-Claude, ce qui ne me paraît pas cependant vouloir dire que le pli dont il dépend, à savoir l'anticlinal du Guiers Vif-Corbel, ne puisse réapparaître plus au Nord, parce qu'en réalité le pli de Voglans-Rochers du Roi-Aix-Saint-Simon, paraît bien en être la suite, le tout étant noyé dans les dépôts pléistocènes par suite de l'affaissement transversal de la cluse de Chambéry à Montmélian, affaissement

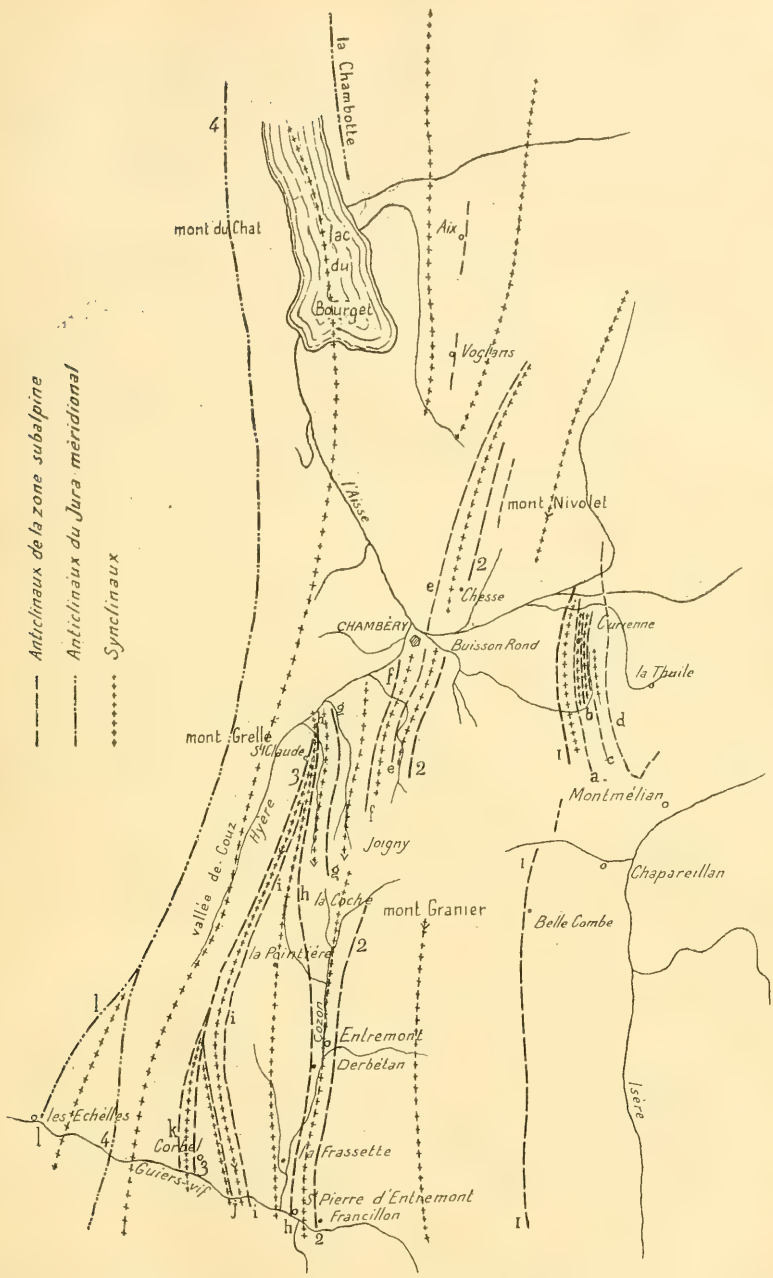


Fig. 9. — Extrémité nord du massif de la Grande Chartreuse. — 1/250 000 env.

antérieur à la formation de ces dépôts mais postérieur à la formation de nos anticlinaux.

Le lac chattien était sillonné par les plissements actuels plus ou moins développés mais cependant déjà émergés. Ce qui le prouve ce sont les érosions constatées antérieurement à la formation des dépôts du Chattien ou au moment de cette formation. C'est ainsi que l'on trouve les couches rouges à *Helix Ramondi* Brgt. ou les conglomérats formés spécialement par des fragments de calcaires de l'Éocrétacé reposant, tantôt sur les bancs de calcaire à *Toucasia carinata* Math., tantôt sur les couches à *Orbitolina conoidea* H. Gras, ou sur les calcaires à *Requienia ammonia* Goldf., voire même sur les marno-calcaires de l'Hauterivien.

Sur le flanc supérieur des anticlinaux les dépôts tertiaires sont en pente plus faible que sur le flanc inférieur où on les rencontre quelquefois relevés jusqu'à la verticale ou même renversés au-dessous des dépôts de l'Éocrétacé, fait dû à la poussée de l'Est à l'Ouest ayant resserré les synclinaux et provoqué finalement l'exhaussement actuel de nos montagnes. La caractéristique de nos dépôts tertiaires est donc de se présenter sous la forme de cuvette grâce à la présence des anticlinaux situés sur leurs bords. Or, cette disposition en cuvette, comme l'indique la coupe de la figure 10 [1], existe entre Saint-Sulpice et Cognin, bien que de ce côté on ne trouve plus d'anticlinal. Pour qu'il en soit ainsi il me paraît nécessaire d'admettre qu'à l'Est de Cognin il y avait un anticlinal éocrétacé que les phénomènes d'érosion ont arasé ; « aussi la vallée actuelle de Chambéry, dit M. Douxami [2], due aux érosions quaternaires des eaux venues de la cluse de Montmélian, comprend non seulement toute la partie orientale de ce synclinal, mais aussi une partie de celui de Rumilly-Aix-les-Bains ».

Cette extrémité nord du pli Guiers-Vif-Corbel m'a, il y a une quinzaine d'années, intrigué pour une autre cause : étant directeur du Laboratoire départemental on m'avait apporté pour les soumettre à l'analyse des échantillons qui m'étaient signalés comme étant de la bauxite et provenant du ruisseau du Merdaret, aux Alberges. Comme j'avais trouvé à cet endroit, bien antérieurement aux fouilles que l'on venait d'y faire, sur la rive droite du Merdaret, vers la propriété de M. Perrot, une grande

1. Voir également la coupe du Forézan donnée par M. Douxami dans : Études sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale, Masson, éditeur, 1896, p. 158.

2. *Loc. cit.*, p. 161.

quantité d'*Helix* du niveau à *Helix Ramondi* Brongt., il me fut facile de juger aussitôt, malgré certaines apparences présentées par ces échantillons, qu'ils n'étaient pas de la bauxite. Mais, des fouilles ayant été faites, je visitai à nouveau cette localité et je pus constater que non seulement les marnes bariolées du Chattien-Cassélien reposaient sur les bancs supérieurs du groupe

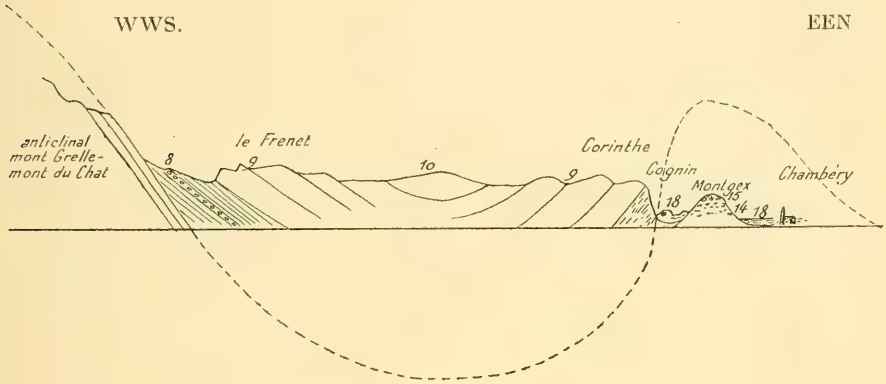


Fig. 10. — Coupe entre Saint-Sulpice et Cognin.
Même légende : — 8, Chattien (Cassélien) ou marnes bariolées à *Helix Ramondi* Brongt. ; 9, Burdigalien ou mollasse à *Pecten præscabriusculus*. — 1/80 000.

Barrémien-Aptien, mais qu'elles reposaient aussi sur les couches à Orbitolines du Rhodanien de Renevier, par suite d'une érosion intense, comme l'indique la figure 11, et, de plus, qu'elles pénétraient même sous les bancs de calcaire blanc de l'Aptien. Il en résulte qu'au moment de la formation des marnes bariolées à

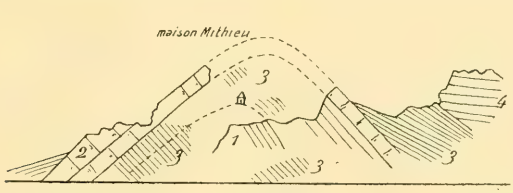


Fig. 11. — Rive gauche du Merdaret, à l'extrémité nord de l'anticlinal des Ruines de Saint-Claude.
Aptien : 1, Couches à Orbitolines ; 2, Calcaire blanc. Chattien : 3, Marnes rouges à *Helix Ramondi* Brongt. Burdigalien : 4, Mollasse marine à *Pecten præscabriusculus*.

Helix Ramondi Brongt. ou des conglomérats à fragments de calcaire plus ou moins arrondis qui les accompagnent, cet anticlinal du Guiers-Vif-Corbel-Ruines de Saint-Claude était déjà nettement accusé ; qu'il fut fortement érodé par les eaux ayant

fourni les dépôts du Chattien, fait constaté du reste depuis longtemps pour bien d'autres localités de notre région.

Il ne me paraît pas inutile de rappeler que des phénomènes d'érosion plus ou moins intenses ont eu lieu sur nos roches à différentes époques géologiques. C'est ainsi que Ch. Lory les a constatés sur les dépôts de l'Éocrétacé avant la formation de ceux de l'Albien; que d'autres ont eu lieu après « c'est-à-dire avant l'envahissement de la région par la mer du Crétacé supérieur » (J. Révil); que des phénomènes intenses de corrosion ont eu lieu dès le début du Tertiaire sur les dépôts du Sénonien et enfin, que des phénomènes puissants d'érosion ont eu lieu à la fin de l'Oligocène sur tous les dépôts antérieurs.

M. J. Révil signale encore, dans la note rappelée plus haut, la coupe allant de Saint-Thibaut de Couz aux chalets de Léliaz présentant le noyau d'un pli anticlinal sur le Valanginien. En se dirigeant vers le Sud, ce pli se complique et l'on trouve d'après lui « deux anticlinaux séparés par un synclinal formé d'assises appartenant à l'Urgonien ». L'anticlinal à charnière ouest se dirige, au Sud, sur Corbel, tandis que celui à charnière est va vers les Déserts, mais contrairement à ce que dit M. J. Révil, cet anticlinal ne disparaît pas au Sud, puisqu'on le retrouve à l'entrée est du Frou sur ses deux rives. Il résulte de là que les calcaires urgoniens du sommet de la Roche Véran, du Mont Otheran, du Mont Corbelet avec la Tête de Rouen sont situés dans un synclinal qui s'atténue au Nord pour disparaître finalement sous les plis secondaires *h* et *g* de l'anticlinal Francillon-La Coche-Buisson Rond. La poussée à l'Ouest de cet anticlinal, d'où dérivent les plis secondaires *e*, *f*, *g*, *h*, s'est en effet fortement accusée de ce côté en y faisant déborder, au delà de l'alignement superficiel des plis de la zone subalpine du massif des Bauges, quelques-uns de ces plis secondaires.

Au Sud, l'anticlinal Guiers Vif-Corbel est multiplié par les plis *i*, *j*, *k*, très resserrés et portant les bancs de calcaire blanc du Barrémien-Aptien à une altitude élevée, en les relevant même quelquefois jusqu'à la verticale comme à la Roche de Corbel, au pied est de laquelle les étages de l'Hauterivien et du Valanginien ont glissé, en mettant ainsi les marno-calcaires du Berriasien en contact avec l'Urgonien (voir fig. 1).

Les plis secondaires *j* et *k* fusionnent rapidement au Nord avec l'anticlinal Guiers Vif-Corbel-Grapillon-ruines de Saint-Claude, lequel limite alors à l'Ouest le synclinal de la vallée de Couz avec dépôts du groupe Chattien-Burdigalien, du Sénonien et de l'Albien; vallée qui se prolonge au Nord par Vimines, Saint-

Sulpice, le lac du Bourget, et, au Sud, par Berlan, sans être limitée sur son bord est par une grande faille.

Il est dit plus haut que la poussée à l'Ouest de l'anticlinal Francillon - La Coche - Pierre grosse - Buisson rond, c'est-à-dire l'anticlinal 2 de la carte (fig. 9) a été très forte aux environs de Chambéry et a produit dans le Jurassique alors écrasé par les dépôts de l'Éocrétacé une série de plis secondaires *e*, *f*, *g*, *h*, en faisant déborder les derniers, au Sud de Chambéry, au delà de l'alignement superficiel des plis de la zone subalpine du massif des Bauges. Or, il est très probable que le même fait a eu lieu au Nord de Chambéry où ces plis seraient cachés par les alluvions

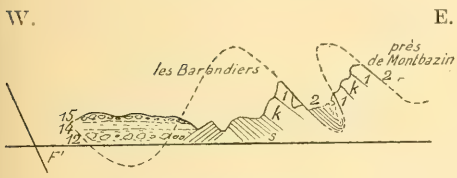


Fig. 12. — Coupe du hameau des Baraudiers aux près de Montbazin.

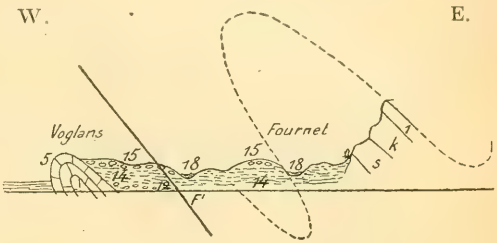


Fig. 13. — Coupe de Voglans au hameau du Fournet.
Même légende. — *s*, Séquanien; *k*, Kiméridgien. — 1/80 000.

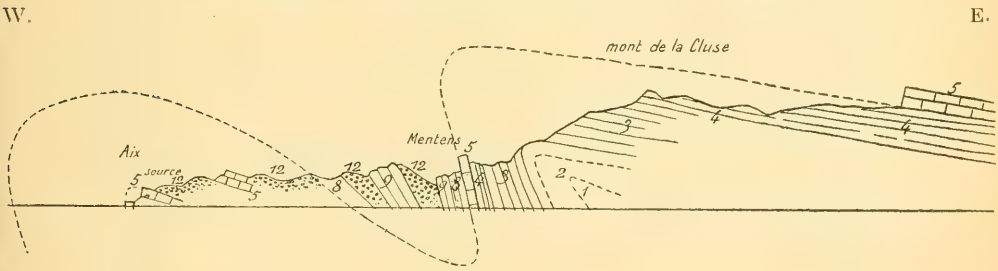


Fig. 14. — Coupé d'Aix-les-Bains au Mont de la Cluse.
Même légende. — 1/80 000.

glaciaires et interstadiaires qui s'y trouvent. En effet, aux Barandiers, à l'extrémité nord de la colline de Lémenc, on peut relever la coupe de la figure 12 comprenant les plis anticlinaux 2 et *e*; et comme ce dernier se présente en voûte aux Barandiers il est évident que son prolongement, c'est-à-dire son flanc inférieur est au-dessous des alluvions glaciaires et interstadiaires 12, 14 et 15. Plus au Nord, à l'Est de Fournet, on a la répétition de cette coupe (voir fig. 13), avec demi-anticlinal bien développé, l'autre demi-anticlinal, soit le flanc inférieur disparaissant tota-

lement sous les mêmes alluvions. Mais de ce côté, il y a plus, je veux parler du pointement anticlinal urgonien de Voglans, placé absolument dans les mêmes conditions que celui des ruines de Saint-Claude, qu'on l'appelle dôme ou brachyanticlinal, c'est un pointement anticlinal noyé dans les alluvions. Il y a donc entre lui et les plis secondaires du Jurassique un pli-faille par chevauchement de ces derniers sur toute la masse ouest de l'Éocrétacé fortement affaissée. Plus au Nord, le rocher du Roi, les rochers d'Aix, de Saint-Simon, de Grésy, continuent le pointement anticlinal de Voglans ; et l'on constate entre Aix et Mentens que seuls les plis compris dans l'Éocrétacé et le Tertiaire apparaissent, si bien qu'un synclinal tertiaire, peu développé, existe entre Mouxy et Mentens (voir fig. 14).

L'anticlinal sur l'Éocrétacé du Revard, de la Montagne de la Cluse, etc., présente, au Sud de cette coupe (fig. 14) une succession de contacts anormaux du Jurassique supérieur avec les bancs de l'Urgonien puis de l'Hauterivien et enfin du Valanginien ; au Nord, quand il devient normal, il est tantôt peu incliné à l'Ouest ou bien il l'est fortement et même quelquefois il est presque couché.

En résumé, un pli-faille, à peine interrompu à l'Est du vallon des Courriers, existe depuis La Frassette jusque vers Aix-les-Bains, sur une longueur d'au moins trente kilomètres, en mettant quelquefois en contact des dépôts qui, s'ils étaient régulièrement superposés, présenteraient une différence de niveau peut-être supérieur à 500 mètres.

D'après cela, n'est-on pas en droit de se demander si un tel accident, combiné avec l'affaissement transversal de la Cluse de Chambéry, n'est pas la cause principale de l'apparition des eaux thermales d'Aix-les-Bains.

Tithonique (= Portlandien) des environs de Chambéry. — J'ai relevé, il y a un certain nombre d'années, à l'ancienne carrière de la Visitation, à l'Est de l'oratoire dit du Calvaire, une coupe que l'on peut aujourd'hui interpréter comme il suit :

On observera que les calcaires à *Oppelia lithographica* Opp., succèdent régulièrement aux Calcaires massifs du Crêt du Calcaire à *Phylloceras Loryi* Mun.-Ch., du Kiméridgien, tandis qu'au Nord du clos de la Visitation on peut constater l'invasion des débris coralligènes sur un calcaire blanc à la surface, grisâtre à l'intérieur, à pâte sublithographique, à cassure esquilleuse, contenant *Lissoceras Stazycsii* Zeusch., et formant la région rocheuse au Nord du clos Rey où L. Pillet a signalé et a longuement étudié les débris coralligènes de la vigne Droguet. Ces

débris forment comme une sorte de traînée qui va s'éteindre au Nord de la cluse de Saint-Saturnin.

Ces différents niveaux du Tithonique, avec les mêmes faciès, se rencontrent également au plateau de Montagnole. Je signalerai spécialement les débris coralligènes que l'on trouve dans le haut du sentier situé à l'Est de la maison des sœurs de Saint-Joseph à Jacob-Bellecombette, puis dans le haut du vallon des Charmettes, sur le sentier menant à Chanaz, où j'ai trouvé des fragments d'*Heterodiceras* de très grande taille ; en réalité on trouve les débris coralligènes disséminés sur ce plateau au contact des bancs supérieurs du calcaire bréchoïde ou enclavés à la base des calcaires blancs esquilleux. Au-dessus de ces calcaires esquilleux, sublithographiques, d'autres dépôts appartenant encore au Tithonique s'y trouvent bien définis. Ce sont des marno-calcaires schisteux avec intercalation de bancs de calcaire à nombreux débris de fossiles. Ce calcaire qui est tantôt dur, à cassure grenue, avec des parcelles à reflets de calcite et tantôt tendre, par suite, à débris mal agglutinés, constitue le calcaire grossier de Montagnole.

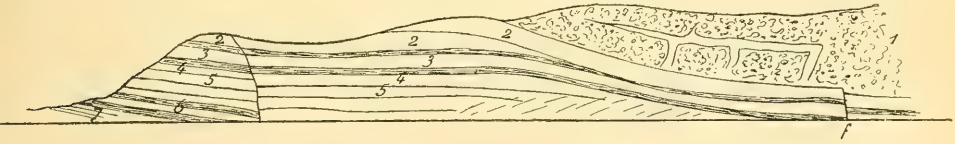


Fig. 15. — Carrière de la Visitation, à Lémenc. — Coupe relevée le 17 mai 1888. Tithonique moyen ou niveau à *Aptychus* et à *Perisphinctes contiguus* : 1, îlot coralligène avec *Heterodiceras*, baguettes de *Cidaris glandifera* (*Plagiocidaris glandifera*), nombreux Polypiers, etc. Plus au Nord, ces dépôts coralligènes envahissent des calcaires blancs, esquilleux, sublithographiques ; 2, Calcaire bréchoïde, d'un gris noir, gondolé à la surface ; 3, Calcaire bréchoïde avec couches de débris à la surface, nombreux fossiles : *Aptychus Beyrichi* Zitt. ; *Aptychus punctatus* Voltz. ; *Perisphinctes contiguus* Catullo ; 4, Calcaire bréchoïde plus compact. — Tithonique inférieur ou niveau à *Oppelia lithographica* : 5, Calcaire moucheté en bancs de 30 à 40 cm. d'épaisseur, à *Oppelia lithographica* Opp. ; 6, Calcaire gris, compact ; 7, Calcaire gris cendré en bancs de 15 à 20 cm. d'épaisseur, à *Oppelia lithographica* Opp.

La faune qu'on y trouve est riche, je citerai : *Perisphinctes Lorioli* Opp. ; *P. transitorius* Opp. ; *Pleurotomaria multiformis* Zitt. ; des baguettes de *Plagiocidaris* (*Echinus*) *coronata* Schl. ; des dents de *Pycnodus*[1], etc.

1. La collection de l'École préparatoire à Chambéry possède de ce niveau un certain nombre de dents de *Pycnodus*.

Dernièrement un fragment de mâchoire de *Pycnodus*, muni de 17 dents, m'a été remis comme ayant été trouvé dans le Tithonique du plateau de Montagnole, malheureusement le calcaire avait été cuit, si bien qu'au contact de l'air, la chaux s'est hydratée et le tout est tombé en poussière, sauf les dents.

Une liste assez longue en a été donnée par M. J. Révil.

En résumé le Tithonique des environs de Chambéry comprend :

TITHONIQUE SUPÉRIEUR	Des marno-calcaires schisteux, avec calcaire grossier intercalé et faune permettant de les classer dans le Portlandien supérieur.
TITHONIQUE MOYEN	Un calcaire blanc à la surface, grisâtre à l'intérieur, à pâte sublithographique, à cassure esquilleuse avec *Lissoceras Stazycsii* ZEUSCH, et îlots coralligènes.
	Un calcaire bréchoïde, grumeleux à la surface, à nombreux fossiles remaniés, parmi lesquels on peut citer de nombreux *Aptychus* et *Perisphinctes contiguus* CATULLO sp.
TITHONIQUE INFÉRIEUR	Un calcaire moucheté à *Oppelia lithographica* OPP.

TITHONIQUE (= Portlandien) DE LA VALLÉE DES ENTREMONTS. — A l'Ouest du hameau de Derbètan, du village d'Entremont-le-Vieux, il y a un rocher dont les bancs sont nettement disposés en voûte. Ils sont formés par un calcaire de teinte jaunâtre à l'intérieur, à pâte fine, sublithographique, mouchetée et que je rapporte au niveau à *Oppelia lithographica* OPP. Un calcaire semblable se voit aussi immédiatement au-dessous des bancs de calcaire bréchoïde à *Perisphinctes contiguus* CATULLO, dans le lit du Cozon, en aval de la croix de Saint-Marc, lit que j'ai pu facilement explorer par suite du manque d'eau dû à la grande sécheresse des mois de juillet et août de cette année (1911). Enfin le même calcaire existe dans les gorges du Cozon où il surmonte de gros bancs massifs.

Je n'ai trouvé aucun fossile me permettant de classer ces différents calcaires ; malgré cela, à cause de leur ordre de superposition, je pense que les gros bancs massifs de la base appartiennent au Kiméridgien et que les bancs plus minces, mieux lités, qui les recouvrent, représentent le niveau à *Oppelia lithographica* OPP.

Dans le bas du hameau de Perret, d'Entremont-le-Vieux, les bancs de calcaire bréchoïde sont compacts, durs, avec rares fossiles à l'intérieur des bancs, mais à la surface, ils présentent une sorte de croûte grumeleuse, formée de débris plus ou moins roulés, soit de fragments de calcaire, soit de fragments de fossiles. Les Ammonites y sont abondantes, je citerai : *Perisphinctes contiguus* CATULLO, *Perisphinctes geron* ZITT., *Perisphinctes eudichotomus* ZITT., etc., on y trouve également de nombreux *Aptychus* : *Aptychus punctatus* VOLTZ., *Aptychus Beyrichi* ZITT., *Aptychus sparsilamellosus* GUMBEL, etc.

On a donc ici toute la faune connue depuis longtemps au plateau de Montagnole, à la colline de Lémenc, à la colline de Curienne, aux rochers de Saint-Jeoire, en réalité dans tout le massif des Bauges.

De la comparaison de la faune et du faciès des bancs jurassiques du hameau de Perret, d'Entremont, avec ceux cités plus haut, on peut affirmer que le Tithonique moyen y est bien représenté. Ce niveau existe dans les mêmes conditions au hameau de Derbètan, à la croix de Saint-Marc et de là sur les deux rives du Cozon jusque vers ses gorges.

Ici, il y a de petites lentilles de dépôts coralligènes ou simplement des Polypiers et autres fossiles de ces dépôts disséminés sur les derniers bancs du calcaire bréchoïde. Mais sur l'anticlinal de Francillon-La Coche, principalement sur la route, entre les hameaux de Grenery et de Brancaz, ces dépôts sont plus accusés avec envahissement, dans quelques bancs, de calcaire blanc, sublithographique, que la culture permet de voir. Avec les nombreux débris de Polypiers qui s'y voient, j'ai trouvé des baguettes de *Cidaris glandifera*. Ces débris coralligènes, dans les Entremonts, paraissent affecter plutôt les derniers bancs de calcaire bréchoïde sur lesquels on les trouve disséminés. Je rappellerai qu'au Sud du massif de la Chartreuse, M. Kilian a cité ces débris coralligènes au Chevalon, près de Voreppe, ainsi qu'à Saint-Pancrasse. Dans ces localités ils se présentent sous la forme de lentilles intercalées dans le calcaire sublithographique, c'est-à-dire que la manière d'être de ces dépôts est ici celle qu'ils ont au plateau de Montagnole ou à la colline de Lémenc. Il est probable qu'un courant venant du Sud-Ouest ou de l'Ouest, c'est-à-dire des régions où vivait alors cette faune coralligène, passait sur le massif de la Grande Chartreuse, le plateau de Montagnole et la colline de Lémenc, en y semant une partie de cette faune.

Le calcaire blanc sublithographique, à cassure esquilleuse, paraît être moins développé dans la vallée des Entremonts que vers Chambéry ; comme je n'y ai rien trouvé de particulier, je ne ferai que signaler sa présence dans cette vallée.

Au Nord de Saint-Pierre d'Entremont (Savoie), à une distance d'environ 300 mètres, il y a, sur le côté est de la route, des calcaires en gros bancs, plongeant plus ou moins à l'Ouest, calcaires d'un gris foncé, se délitant, par place, en nombreux fragments anguleux. Plus à l'Est, au-dessus des prés, le rocher est à nu ; il est formé par un calcaire schisteux, de teinte d'un gris bleuté, pauvre en fossiles ; intercalés dans ce calcaire schisteux il y a de

gros bancs d'un calcaire dur, formé de débris provenant pour la majeure partie de fossiles ou de fragments de calcite. Lorsque ce calcaire est resté longtemps au contact de l'air, à sa surface, on distingue de nombreux fragments d'*Ostrea*, de *Pecten*, de Crinoïdes et autres fossiles offrant absolument le faciès du calcaire grossier de Montagnole. Dans les bancs exploités comme roche d'empierrement j'ai trouvé des baguettes de *Plagiocidaris* (*Cidaris*) *cervicalis* Ag. et des fragments d'une Huître que je rapporte à *Ostrea Bruntrutana* Thurm., mais je n'y ai pas trouvé d'Ammonites. Cependant les caractères constatés sont suffisants pour n'avoir aucune hésitation à attribuer ce niveau au calcaire grossier de Montagnole, c'est-à-dire au Tithonique supérieur.

Un deuxième gisement de ce calcaire grossier, beaucoup plus important, existe dans cette vallée des Entremonts. Pour s'y rendre, on suit d'abord la route d'Entremont-le-Vieux au col du Frêne ; à quelques centaines de mètres du km. 19, on prend un chemin menant à un vieux moulin, c'est là que l'on commence à voir nettement les bancs de calcaire grossier. Sur la rive gauche du Cozon, à côté de l'arrivée au moulin de la chute d'eau, il y a un calcaire formé de débris mal agglutinés avec fossiles du calcaire grossier de Montagnole, calcaire que l'on voit également sur la rive droite du Cozon. De ce côté on trouve des bancs de calcaire dur semblable à celui de Saint-Pierre d'Entremont (Savoie).

En remontant le Cozon on constate que ce faciès est bien développé sur ses deux rives jusque vers sa rencontre avec le Nant du Grand Carroz et même au delà. Il y a donc, dans la vallée des Entremonts, du Tithonique supérieur. Du reste, ce niveau de calcaire grossier, subordonné tantôt à des marnes, tantôt à des calcaires schisteux, a été rencontré aussi à Saint-Pancrasse par V. Paquier avec une faune mixte entre le Jurassique et le Crétacé.

De ces observations il résulte que les marnes, les calcaires schisteux et le calcaire grossier du plateau de Montagnole à *Perisphinctes Lorioli* Opp., *Perisphinctes transitorius* Opp., *Lytoceras Liebigi* Opp., *Pecten inæquicostatus* Philippe, *Ostrea Bruntrutana* Thurn., *Plagiocidaris* (*Cidaris*) *cervicalis* Ag., *Belemnites* (*Duvalia*) *latus* Blainv., etc., ne forment pas un accident au plateau de Montagnole, comme on l'a cru tout d'abord, et le tout se place au niveau des calcaires rognonneux d'Aizy et autres localités que l'on doit considérer comme représentant les derniers dépôts du Jurassique.

Le Tithonique (= Portlandien) des Entremonts, comme celui des environs de Chambéry, peut donc être groupé comme il suit :

TITHONIQUE SUPÉRIEUR	Calcaire grossier, dit de Montagnole, subordonné à des marnes ou à des calcaires schisteux.
TITHONIQUE MOYEN	Calcaire blanc à la surface, d'un gris cendré à l'intérieur, sublithographique, à îlots coralligènes à la base. Calcaire bréchoïde à débris coralligènes fixés à sa surface. Calcaire bréchoïde présentant à la surface une croûte grumeleuse avec nombreux débris de fossiles : *Perisphinctes contiguus* CATULLO, *Aptychus sparsilamellosus* GÜMBEL, etc.
TITHONIQUE INFÉRIEUR	Calcaire de teinte jaunâtre, moucheté, à pâte fine, représentant le niveau à *Oppelia lithographica* OPP.

Les formations géologiques du Rio de Oro (Sahara occidental)

par l'abbé **N. Font y Sagué**[1].

La géologie de la côte occidentale du Sahara a été, jusqu'ici, très peu étudiée ; dans le but de contribuer à sa connaissance, je donnerai dans cette note les résultats de mes observations personnelles faites en 1902 dans la presqu'île de Rio de Oro. Celle-ci, nommée *Dajla* par les Sahariens, peut être considérée comme faisant partie intégrante du Sahara, dont elle fut séparée par quelque mouvement tectonique. C'est une terre basse et plane, dont le grand axe est dirigé 30° E. ; elle a une hauteur moyenne de 7 m. dans la partie SE. qui est baignée par la baie ; la portion NW., qui fait face à l'Atlantique, est à une altitude de 20 m.

La presqu'île de Rio de Oro est reliée au continent par un isthme sablonneux très peu élevé, d'environ 3 km. de large et d'une longueur variable, suivant l'amplitude des marées dans la baie et dans l'Atlantique. La longueur totale de l'isthme à la pointe Dunford est de 37 km., et sa plus grande hauteur se trouve sur les falaises de l'Atlantique nommées Ciprès grande et Ciprès chico, qui ont de 25 à 30 m. de hauteur. La belle baie, qui sépare la presqu'île du continent africain, a 22 milles de longueur et 6 de largeur.

Oscar Lenz, dans sa carte géologique de l'Afrique occidentale[2] et Zittel dans sa carte géologique de l'Afrique[3], considèrent comme crétacée la presqu'île de Rio de Oro et la côte en face ; d'après eux, ces régions font partie d'une étroite bande de sédiments de cet âge que le voyageur autrichien a teintée comme s'étendant depuis Larache jusqu'à Cabo Blanco.

Le naturaliste espagnol Quiroga fut indubitablement le premier qui étudia cette région d'une façon suffisante pendant le voyage d'exploration qu'il y fit avec Cervera en 1885. Mais, dans ses publications, il n'arriva pas à préciser avec exactitude l'âge des couches du Rio de Oro ; car il n'avait pu se procurer les fossiles que ces couches contiennent cependant en grand nombre : néan-

1. Note posthume présentée en 1910.
2. O. Lenz. Geologische Karte West-Afrika. *Petermann's Mittheilungen*, XXVIII, 2, 1882, I.
3. Berghaus. Physikalischer Atlas. 1. Abt. Geologie, n° 12, Afrika, 1888.

moins, il fut porté à les considérer comme tertiaires ou quaternaires, allant ainsi à l'encontre de l'opinion de Lenz, qui, peut-être, dit-il, ne visita point cette région :

Rio de Oro et la côte qui se trouve entre ce point et Cabo Bojador, c'est-à-dire la portion de côte que j'ai vue, est indubitablement d'âge géologique plus moderne; dans mes premières publications[1] je supposai cette zone tertiaire et très récente, mais aujourd'hui, pour des raisons que j'exposerai ci-après, je la crois quaternaire. »

L'indécision de M. Quiroga sur l'âge précis de cette formation est d'ailleurs très grande; car, dans une autre note, il la considère comme pliocène.

Il dit ainsi[2] : « ...M. Mallada a eu la bonté d'examiner avec soin les exemplaires que j'ai apportés de Rio de Oro, sur la côte du Sahara occidental et parmi eux a reconnu trois espèces d'*Ostrea*, *O. edulis*, *O. crassissima* et *O. princeps*, et des moules de *Cytherea*, *Tellina*, *Conus*, *Turritella*, et j'ai en outre, en ma possession, quelques *Pectunculus* et un *Balanus*. L'opinion de M. Mallada est que ces fossiles appartiennent indubitablement à la partie supérieure du Miocène ou au Pliocène, parce que les couches qui les renferment sont entièrement comparables à celles qui constituent le Miocène marin du Levant et du Sud de l'Espagne, dont les calcaires et mollasses riches en fossiles sont tout à fait analogues à celles que j'ai rapportées de l'Afrique; MM. Egozenc et Gonzalo Tarin sont du même avis que M. Mallada.

« D'accord avec l'opinion autorisée de ces géologues, je considère les calcaires fossilifères marins que l'on trouve depuis la côte jusqu'au puits *Teguextemt*, et entre Rio de Oro et Cabo Bojador, comme pliocènes. »

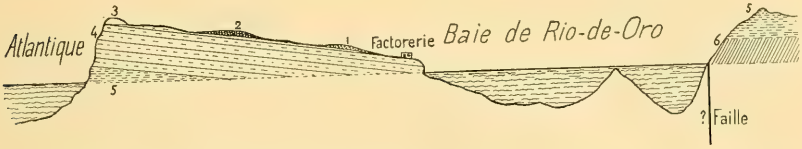


Fig. 1. — Coupe schématique de la presqu'île et de la baie de Rio de Oro. 1, Sables; 2, Argiles rougeâtres à *Helix Duroi* Hid.; 3, Grès peu cohérent avec fossiles très bien conservés; 4, Calcaires avec moules de fossiles, dents de Poissons, bancs d'*Ostrea*; 5, Grès peu cohérents avec bois silicifiés; 6, Marnes bleuâtres ou verdâtres avec des couches de gypse, sans fossiles.

Or, dans cette même formation, dont l'âge a été ainsi controversé, j'ai pu recueillir moi-même en grande abondance des fos-

1. Quiroga. Apuntes de un viajie por el Sàhara Occidental. *Anales Soc. esp. Hist. nat.*, XV, 1886.
2. *Annales Soc. esp. de Hist. nat.*, XVIII, 1889.

siles qui me permettent de fixer avec précision son niveau dans le Miocène.

La disposition stratigraphique de la presqu'île de Rio de Oro est la suivante, de haut en bas :

1° Couche de formations actuelles discontinues et d'épaisseur variable, selon les endroits, formée par des accumulations de sables qui forment de petites dunes ;

2° Divers lambeaux d'argile rougeâtre, accumulée de préférence dans les dépressions de la plaine ; on y trouve mélangées de grandes quantités d'exemplaires de *Helix Duroi* Hidalgo ; c'est aussi une formation actuelle ;

3° Un lambeau, très réduit, de 1 mètre de puissance circonscrit au « Ciprès grande » le point le plus élevé de toute la presqu'île. Ce lambeau est constitué par de gros sables agglomérés par un ciment calcaire très peu cohérent et entremêlés de fossiles littoraux, pour la plupart en parfait état de conservation ; quelques-uns présentent même encore des traces de leur coloration primitive.

J'ai recueilli à ce niveau les espèces suivantes :

Balanus sp.
Serpula sp.
Murex hoplites Fisher.
Conus Mercati Brocc.
— *raristriatus* Bell.
— *ventricosus* Bronn.
— *mediterraneus* Brug.
Marginella sp.
Turritella cf. *turris* Bast.
Mesalia brevialis Lamk.
Ostrea lamellosa Brocc.
Anomia striata Brocc.
Pecten Beudanti Bast.
Arca senilis Linné.
Chama gryphoides Linné
— *gryphina* Lamk.
Venus Brocchii Desh.
Tapes Basteroti Mayer.
Tellina planata Linné.
— *lacunosa* Chemn.

4° Des assises de 3 à 4 m. de puissance, formées de calcaires jaunâtres ou rougeâtres constitués en majorité par une lumachelle de moules de fossiles accompagnés de grains et de petits cailloux arrondis de quartz. En quelques points, les fossiles manquent dans cette roche ; elle devient compacte, mais elle ne perd jamais sa texture un peu grenue et âpre au toucher, texture déterminée par les sables quartzeux qu'elle contient ; par contre, en d'autres points, cette couche se transforme en un véritable conglomérat d'Huîtres, à l'exclusion de tout autre fossile. Ces assises calcaires sont inclinées vers la baie ; de ce côté, elles s'élèvent à l'altitude de 7 m., tandis que, du côté de l'Atlantique, elles montent jusqu'à 25 m. ; dans « Punta Azul », leur niveau moyen y est de 20 m.

Les fossiles recueillis dans cette formation sont nombreux ; mais la plupart d'entre eux sont en mauvais état de conservation ; beaucoup se trouvent seulement à l'état de moule ; les déterminations spécifiques sont donc très difficiles. Par contre, les dents de Poisson que j'y ai recueillies en grande abondance sont dans un parfait état de conservation. M. L. Joleaud y a déterminé les espèces suivantes [1] :

Galeocerdo aduncus Agass.
Sphyrna prisca Agass.
Odontaspis contortidens Agass.
— *cuspidata* Agass.
Oxyrrhina hastalis Agass.
Carcharodon megalodon Agass.
Carcharodon Rondeleti Müll. et Hente.
Myliobates Faujasi Agass.
Diodon sp.
Chrysophrys sp.

Les Mollusques que j'ai pu déterminer sont :

Pyrula sp.
Cassis sp.
Conus ventricosus Bronn.
— sp.
Natica sp.
Mesalia brevialis Lamk.
Turritella terebralis Lamk.
— *turris* Bast.
Calyptræa ornata Bast.
Ostrea lamellosa Brocc.
— *fimbriata* Grat.
— *crassissima* Lamk.
— *gingensis* Schl.
— *plicatula* L. Gmel.
Anomia striata Brocc.
Pecten subarquatus Tourn.
Pecten Besseri Andr.
— *varius* L.
Spondylus concentricus Bron.
Pectunculus sp.
Chama sp.
Cardium Hœrnesianum Grat.
— *papillosum* Poli.
Lucina sp.
Isocardia sp.
Venus islandicoides Lamk.
— *multilamella* Lamk.
— *strigosa* Gmel.
Cytherea pedemontana Agass.
Tellina lacunosa Chemn.
Solen siliquarius Desh.
Solenocurtus Basteroti Des Moul.

Cette assise calcaire devient quartzifère en même temps que disparaissent les fossiles, de sorte que, dans sa partie inférieure, elle se convertit en une roche sablonneuse jaunâtre, peu cohérente. C'est à ce niveau que j'ai trouvé les curieux Échinides qui ont été envoyés par l'intermédiaire de mon maître, le chanoine Almera, à M. Jules Lambert [2]. Celui-ci a créé pour eux le genre *Hemi-*

1. L. Joleaud. Note sur quelques dents de Poissons fossiles du Rio de Oro (Sahara occidental). *B. S. G. F.*, VII, 1907, p. 514.

2. Lambert. Description des Échinides fossiles de la province de Barcelone, 2e et 3e parties : Échinides des terrains miocène et pliocène. Appendice : genre *Hemiheliopsis*. *Mém. S. G. F.*, *Pal.*, XIV, fasc. 2-3.

heliopsis, et il a bien voulu me dédier l'espèce : *Hem. Fonti* Lambert ;

5° Comme je l'ai déjà dit, on passe insensiblement de l'assise précédente à des grès quartzeux, à ciment calcaire, imprégnés de silice hydratée, ferrugineuse, qui, en plusieurs points, donne beaucoup de consistance à la couche. On rencontre dans cette formation des bois silicifiés, répandus sans ordre et constitués quelquefois par des souches d'assez grand diamètre. La partie la plus inférieure de ces grès constitue de véritables récifs et passe insensiblement à l'assise suivante ;

6° Marnes bleuâtres-jaunâtres, en concordance avec les grès précédents et contenant du gypse et de la silice hydratée.

Ces deux dernières couches ne sont d'ailleurs pas visibles dans la presqu'île de Rio de Oro : elles s'y trouvent à une altitude inférieure au niveau de la mer, mais elles se rencontrent, avec toute leur puissance, sur les côtes avoisinantes du continent, c'est-à-dire de l'autre côté de la faille qui a déterminé l'ouverture de la baie.

Il me reste maintenant à discuter l'âge de ces formations, chose facile, grâce aux données paléontologiques que j'ai déjà exposées.

M. Mallada a eu raison de les considérer comme tertiaires. Il hésita à les rapporter au Miocène ou au Pliocène, eu égard à la petite quantité et à la mauvaise conservation des fossiles qu'il avait pu étudier. Il put dire que « les strates qui les renferment sont entièrement comparables à celles qui constituent le Miocène marin des provinces de l'Est et du Sud de l'Espagne ». Malgré cela, nous avons vu que M. Quiroga a considéré ces couches comme pliocènes.

La connaissance que j'avais déjà du Miocène des environs de Barcelone quand j'ai visité Rio de Oro, et la grande ressemblance pétrographique des deux formations m'a fait croire dès le premier moment que les calcaires du Rio de Oro et les molasses inférieures, c'est-à-dire les couches que j'ai dénommées 4, 5 et 6, étaient aussi des formations miocènes, et j'attribuai, en principe, au Pliocène ou au Quaternaire ancien le lambeau du « Ciprès grande » avec ses fossiles bien conservés.

Bien que quelques-unes des espèces les plus caractéristiques n'aient pu être déterminées avec une exactitude rigoureuse à cause de leur mauvais état de conservation, je crois qu'il n'y a pas lieu de douter de l'âge miocène supérieur des formations

tertiaires de la presqu'île de Rio de Oro et côtes avoisinantes dans le Sahara espagnol[1].

1. Telle est aussi l'opinion de M. L. Joleaud qui, depuis la liste des Poissons donnée, dit : « De ces différentes formes, les unes *Galeocerdo aduncus*, *Odontaspis contortidens* et *Oxyrrhina hastalis*, sont communes au Miocène et au Pliocène; les autres, *Sphyrna prisca*, *Odontaspis cuspidata*, *Carcharodon megalodon*, *Myliobates Faujasi* sont caractéristiques du Burdigalien et du Vindobonien; une dernière enfin, mais la plus commune de toutes, *Carcharodon Rondeleti*, est exclusivement pliocène et actuelle.

« Ainsi, la faune de Rio de Oro présente l'association d'espèces miocènes et d'espèces pliocènes. Par ce caractère, elle se rapproche de la faune du Sahélien d'Algérie. »

[M. Paul Lemoine, en présentant la note ci-dessus, ajoute que MM. Depéret et Roman ont signalé à Rio de Oro, d'après les échantillons communiqués par M. l'abbé Almera, *Pecten Dunkeri* Mayer (Ch. Depéret et F. Roman. Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines. *Mém. S. G. F. Paléontologie*, XIII, 1905, p. 94, p. 103), et ils ajoutent : « Il est plus probable, par l'ensemble de la faune, que les couches de Rio de Oro appartiennent au deuxième étage méditerranéen, comme cela a lieu pour le gisement des îles « Açores ». Ils le considèrent donc comme Vindobonien au Rio de Oro : on remarquera cependant que des formes analogues ont été recueillies par M. Louis Gentil dans le Sahélien de Nemours (prov. d'Oran, Algérie)].

Étude des Fossiles recueillis par N. Font y Sagué au Rio de Oro

par **G. F. Dollfus** [1].

En présentant cette étude sur quelques coquilles fossiles de la colonie espagnole de Rio de Oro, dans l'Afrique occidentale, je remplis une promesse déjà ancienne que j'avais faite à notre très regretté confrère, l'abbé Font y Sagué, de Barcelone. Tous, nous avons ressenti profondément l'étendue de notre perte, en apprenant qu'une maladie impitoyable l'avait enlevé à ses brillantes études, au moment même où il s'appliquait à rechercher des eaux potables pour les grandes villes d'Espagne; son souvenir restera longtemps parmi nous.

D'après les documents anciens, les falaises de la côte de Rio de Oro, de cette colonie ingrate dont le nom est une sorte de mystification puisqu'il ne s'y trouve ni rivière, ni or, montraient des couches appartenant au Crétacé. Plus récemment Quiroga avait hésité entre le Miocène, le Pliocène ou le Pléistocène. En dernier lieu Font y Sagué, après un examen des lieux, pensa devoir classer les couches visibles dans la baie et dans la presqu'île entre les systèmes Miocène, Pliocène et Pléistocène. Mais la détermination des fossiles sur laquelle il avait établi cette répartition ayant laissé des doutes dans mon esprit, surtout après l'examen des documents rapportés du Sénégal par M. Dereims et l'étude plus approfondie de la faune vivante, je m'en ouvris à Font y Sagué qui eut l'extrême obligeance de m'envoyer une bonne partie des éléments sur lesquels il avait fondé sa classification pour en avoir la détermination plus précise. Ce sont ces échantillons dont je présente actuellement l'étude à la Société géologique. On verra, qu'au fond, cette faune a la plus grande analogie avec la faune actuelle, et que plusieurs des types sur lesquels on prétendait pouvoir s'appuyer pour établir son ancienneté, sont en réalité sans valeur réelle, car ils nous apparaissent comme encore vivants dans la région sénégalienne dont la faune est aujourd'hui enfin mieux connue. Ainsi l'*Ostrea crassissima* n'est plus un argument miocène infaillible ; nous avons de l'embouchure du fleuve Sénégal un échantillon vivant absolument comparable analogue aux représentants actuels des autres

1. Note présentée le 6 novembre 1911.

« *Crassostrea* » de l'Amérique et du Japon. Et si les *Pecten Benedictus* et *P. Dunkeri* sont des espèces disparues ou encore inconnues de la faune de l'Ouest africain, elles sont balancées par la présence de formes comme : *Yetus Cymbium*, *Cardium costatum* qui sont d'apparition toute récente dans l'Atlantique africain. La majorité des espèces appartient à un groupe puissant, apparu au Miocène en Europe et qui s'est maintenu sur place avec de faibles modifications dans le Pliocène jusque dans la province lusitano-africaine actuelle comme : *Conus mediterraneus*, *Capsa fragilis*, *Lucina columbella*, *Tellina planata*, etc.

Une très importante constatation a été la rencontre dans des échantillons venant des Iles Canaries et joints à l'envoi de Font y Sagué d'un Mollusque terrestre, *Helix Gruveli*, découvert identique au Rio de Oro et général dans le Quaternaire de l'Ouest africain. Cette constatation vient à l'appui des idées récentes de M. Ed. Pacheco qui relève dans les diverses îles dont l'ensemble forme les Canaries, quatre alignements parallèles orientés du NE. au SW., dans le prolongement même des grandes lignes montagneuses du Sahara oriental et du Maroc méridional, reconnaissant la présence de grandes failles d'effondrement, ayant la même orientation, par lesquelles les laves seraient sorties [1]. Mouvement d'âge post-miocène démontré, mais peut-être beaucoup plus récent, précisant la séparation récente des Canaries du continent.

La faune recueillie par N. Font y Sagué complète heureusement celle rencontrée par M. Dereims, car la nature du fond est sensiblement différente ; au lieu du sable fin de la Mauritanie, il y avait des rochers au voisinage de Rio de Oro et la majorité de nos échantillons sont agglutinés de petits cailloux de quartz laiteux, très roulés, provenant des couches primaires de l'interland. Nous avons de ce faciès littoral rocheux les espèces suivantes caractéristiques : *Murex turbinatus*, *Eutritonium costatum*, *Turbo rugosus*, *Trochus Dalat*, *Chama gryphina*, *Cerithium oroense*, etc.

Nous estimons d'ailleurs qu'une nouvelle exploration des lieux pourrait facilement quadrupler le nombre des espèces citées et que bien des surprises nous seraient réservées par un examen attentif.

Il importe de tenir compte d'un point, qui n'a pas échappé à M. Paul Lemoine, c'est que si, en Europe, la distinction du Miocène

1. Jose Gonzalez y Guttierrez Palacios. Algunos datos geologicos de Gran Canaria. *Bol. R. Soc. esp. Hist. nat.*, X, p. 398, Madrid, 1910 — Eduardo Pacheco. Estudio geologico de Lanzarote y de las Isletas Canarias. *Mem. Soc. esp. Hist. nat.*, IV.

est facile, par suite de la faune chaude qui le caractérise en opposition avec la faune tempérée actuelle, cette distinction doit être beaucoup plus difficile à apprécier dans l'Afrique occidentale où la faune tropicale s'est maintenue probablement sur place depuis le Miocène jusqu'à nos jours. Enfin un certain nombre d'échantillons qui m'ont été envoyés ne portaient aucune indication du niveau et je n'ai pu que très mal apprécier les différences de faunes signalées entre les diverses couches ; j'ai dû les considérer, toutes, dans leur ensemble.

Liste des coquilles de Rio de Oro, avec leur distribution générale

M = Origine dans le Miocène européen.
P = Connues dans le Pliocène européen.
R = Apparition seulement quaternaire.
V = Espèces encore vivantes.

Balanus tintinnabulum.	M.	P.	R.	V.
Balanus Milensis.	M.	P.		
Helix Duroi.			R.	V.
Helix Gruveli.			R.	
Conus mediterraneus.	M.	P.		V.
Conus papilionaceus.	M.	P.		V.
Yetus cymbium.			R.	V.
Eutritorium costatum.		P.		V.
Murex turbinatus.		P.		V.
Semifusus Morio.			R.	V.
Cerithium oroense.			R.	
Mesalia brevialis.		P.		V.
Turbo rugosus.	M.	P.		V.
Trochus Dalat.				V.
Tellina planata.	M.	P.		V.
Capsa fragilis.	M.	P.		V.
Tapes geographicus.	M.	P.		V.
Meretrix tumens.			R.	V.
Lucina columbella.	M.	P.		V.
Cardium costatum.				V.
Cardium papillosum.	M.	P.		V.
Chama gryphina.	M.	P.		V.
Arca senilis.			R.	V.
Pecten Beudanti.	M.	P.		
Pecten Dunkeri.	M.	P.		
Anomia ephippium.	M.	P.		V.
Ostrea edulis.	M.	P.		V.
Ostrea gingensis var.	M.	P.		V.

Sur vingt-huit espèces étudiées, seize sont déjà connues dans le Miocène, dix-neuf sont communes avec le Pliocène, vingt-trois sont encore vivantes, sept sont caractérisques de la faune quaternaire.

Balanus tintinnabulum Linné sp. (*Lepas*)

1766. *Lepas tintinnabulum* Linné. Syst. naturae. Éd. XII, p. 1108.
1895. *Balanus tintinnabulum* L. De Alessandri, Contrib. allo Studio dei Cirripedi fossili. *Boll. Soc. geol. ital.*, XVIII, p. 39 ; pl. II, fig. 4.

1906. *Balanus tintinnabulum* De Allessandri. Studi monographici sui Cirripedi fossili d'Italia, p. 285 ; pl. xv, fig. 16-22.
1909. — — De Allessandri. Cirripedi fossili de la Francia. *Atti Soc. ital. Sc. nat.* XLI, p. 22 ; pl. ix, fig. 14-18.

Il y aurait beaucoup à discuter sur le type linnéen, d'une distribution géographique quasi mondiale ; nous adopterons pour tel la forme désignée sous ce nom par Darwin dans sa belle monographie, quitte à y créer plus tard des variétés.

Nous avons de Rio de Oro un échantillon de grande taille, haut de 40 mm., les diamètres à la base sont de 50 mm. sur 60 mm., l'ouverture en losange mesure 20 mm. de côté, la forme générale est bien inclinée antérieurement, les pièces sont toutes robustes, avec développement prépondérant des pièces latérales postérieures ; l'état de conservation ne nous permet pas de nous appesantir sur les ornements de la surface centrale des compartiments, mais sur leurs aires latérales on observe des sillons transversaux, nombreux et réguliers, qui correspondent aux denticulations articulaires.

Le *Balanus tintinnabulum* apparaîtrait en premier dans l'Oligocène d'Italie, mais n'a pris un réel développement qu'au Miocène, s'étendant à toute l'Europe. Au Pliocène il paraît remplacé par le *B. concavus* de Bronn, qui est fondé sur une ancienne figure de Knorr (Petref. II, pl. K i, fig. 6), qui est de forme un peu plus cylindrique et dont les plaquettes sont plus élancées et anguleuses à leur sommet.

Il n'y a pas grand enseignement à tirer présentement de cette espèce, ancienne dans le temps et cosmopolite dans l'espace. La meilleure figure est celle que M. de Alessandri vient d'en donner dans le tout récent travail de M. F. Schaffer sur le Miocène d'Eggenburg (Wien, 1910, p. 120, pl. xlviii, fig. 1).

Balanus milensis Seguenza

1876. *Balanus milensis* Seguenza. Cirripedi terz. prov. Messina, I, p. 44 ; pl. ii, fig. 1-2.
1895. — De Alessandri. Contrib. allo studio dei Cirr. foss. d'Italia, p. 61 ; pl. i, fig. 9.
1906. — De Alessandri. Studi monographici sui Cirripedi Pal. ital,, XII, p. 308 ; pl. xvii, fig. 22-25.

Nous avons sous les yeux un seul exemplaire, attaché sur un côté de l'espèce précédente ; cette espèce peu élevée a une hauteur de 3 mm. sur un diamètre de 6 à 7 mm., l'ouverture en

losange a des côtés de 3 et 4 mm., les pièces sont régulières, les aires latérales des compartiments sont très larges à leur sommet, toute la surface est lisse. Nous ne connaissons pas malheureusement les pièces operculaires. C'est une espèce qui est peu éloignée du *Balanus crenatus* Brug. dont la distribution est d'ailleurs fort voisine.

Le *B. milensis* débute dans le Miocène du bassin méditerranéen, il est fréquent dans le Pliocène et le Pléistocène de la même région, mais ne paraît pas avoir encore été signalé à l'état vivant.

Helix (*Eremina*) *Duroi* Hidalgo

1886. *Helix Duroi* Hidalgo. Mollusques de la côte d'Afrique. *Jour. Conchyl.*, p. 152, pl. viii, fig. 1-2.
1886. — in Quiroga. Apuntes a un viagé por el Sahara ocidental. *Anales Soc. espag. Historia natural.* XV, p. 495, (Rio de Oro) et XVIII, p. 883.
1888. — Tryon. Pilsbry, Man. conch. Pulm IV, p. 128, pl. xlv, fig. 38-40.
1910. — Germain. Moll. terr. et fluv. Mission Gruvel. *Soc. linn. Bordeaux*, LXIV, p. 128, pl. i, fig. 19-23.

Helix Duroi, dit M. Germain, est dans les régions de l'Afrique occidentale la forme représentative de l'*Helix desertorum* Forskal si répandu en Égypte. On le trouve au Rio de Oro à l'état fossile ou subfossile dans des argiles rougeâtres et à l'état vivant sur tout le littoral desséché, depuis le Sud marocain jusqu'au Sénégal.

Helix Gruveli Germain

1910. *Helix Gruveli* Germain. Mollusques terr. et fluv. de la Mauritanie *Actes Soc. linn. Bordeaux*, LXIV, p. 152, pl. i, fig. 29-32.

Fig. 1. — *Helix Gruveli* Germain. — Gr. nat.

Cette espèce représentée au Rio de Oro par des échantillons de taille médiocre du niveau supérieur a été trouvée par MM. Gruvel et Chudeau à Port-Etienne dans des grès quaternaires et ultérieurement dans d'autres localités de l'Afrique occidentale au même niveau.

Mais, découverte très intéressante, cet *Helix Gruveli* est représenté par des échantillons nombreux de bonne conservation dans un envoi de N. Font y Sagué provenant de Fuentaventura dans les Iles Canaries. A l'état vivant il existe un petit groupe d'espèces voisines dans les îles de la même région comme *H. Fritschi* Mousson (Ile de Gomera, 1872, Revision faune moll. Iles Canaries, p. 93, pl. v, fig. 5-12), puis *H. Glatiana* Schuttelworth, de la Grande Canarie, *H. empeda* Mabille de même provenance, et plus loin *H. bidentalis* Lamarck de Ténériffe[1]. C'est une espèce de forme générale globuleuse, à spire obtuse, haute de 15 mm., large de 20 mm. ; on compte 5 à 6 tours assez convexes ; le test est épais et formé de plusieurs feuillets ; l'ouverture médiocre, rétrécie, hémicirculaire, franchement oblique ; l'ombilic est calleux ; le péristome continu et le labre faiblement réfléchi à l'extérieur est pourvu d'une gouttière arrondie.

Conus mediterranus Bruguière

1911. *Conus mediterranus* Brug. G. Dollfus, Quaternaire marin du Sénégal, p. 21, pl. i, fig. 3-4.

Nous avons trois échantillons du niveau supérieur de Rio de Oro dans un état de conservation médiocre, mais ils se complètent et ne nous laisssent pas d'incertitude.

C'est une espèce rare dans le Miocène, un peu plus abondante dans le Pliocène, qui prend une grande importance dans le Pléistocène et les mers actuelles ; elle occupe le bassin méditerranéen et l'Atlantique dans les zones lusitanienne et sénégalienne.

Conus (*Lithoconus*) *papilionaceus* Bruguière

1790. *Conus papilionaceus* Hwass, in Bruguière, Encycl. Méth. Dict. I, n° 50.
1845. — — Brug. Lamarck (Édit. Desh.), Anim. s. Vert., XI, p. 57.
1893. — *Mercati* Brocchi. Sacco, I Moll. terr. Terz. XIII, p. 14, pl. ii, fig. 1.
1911 — *papilionaceus* Brug. G. Dollfus, Quat. marin Sénégal, p. 20, pl. i, fig. 1-2.

Cette espèce est très variable et Adanson y avait déjà admis sept variétés. Lamarck a distingué trois espèces en outre du type : Le type de Bruguière fondé sur la figure de l'Encyclopédie (pl. 330, fig. 8) représente un échantillon d'une taille exceptionnelle, La variété *b*, fondée sur la figure 5, même planche, est indiquée

1. Wollaston. Testacea atlantica, p. 368. London, 1878.

vivante au Rio de Oro par M. Hidalgo, elle pourrait prendre le nom de var. *Guinea* (Adanson) ; nous avons des échantillons de cette taille, mais leur spire est un peu plus basse. La variété *c* est établie sur la figure 2 de l'Encyclopédie, c'est le *Conus pseudo-thomasi* Martini-Chemnitz (pl. 138, fig. 1282-1283) ; la forme générale est plus lourde, élargie au sommet, à spire assez haute ; nous n'avons pas cette variété. La variété *d* est basée sur la figure 1 de l'Encyclopédie qui a une spire basse et une taille comparable à nos exemplaires les plus courants ; on pourrait lui donner le nom de var. *imminuta*. Nous considérons comme espèce distincte le *C. Thomasi* Gmelin (Chem. Conchy. cab., pl. 143, fig. 1331-2) de l'île de Saint-Thomas, qui est une espèce bien allongée, pourvue d'une coloration fine tout autre.

M. Ph. Dautzenberg a établi (*Journ. Conchy.*, LVI, p. 30) l'identité du grand *Conus* du Pléistocène méditerranéen et du *Conus papilionaceus* du Sénégal, qui est représenté dans l'Océan Indien par les *Conus tessellatus* Born. et *C. millepunctatus* Lamk. Le nom de *C. testudinarius* devant être réservé à la forme représentative des Antilles.

Il y a, dans Hoernes et Auinger, toute une série d'espèces bien peu éloignées et qu'il y aurait lieu de comparer en nature, comme : *Conus Tietzei* H. et A., *Conus ventricosus* Bronn., *C. Hungaricus* H. et A., *C. Karreri* H. et A., *C. rotundus* H. et A., etc.; les auteurs ont certainement perdu de vue la variation des formes vivantes, quand ils ont établi tant d'espèces sur des caractères d'ordre secondaire.

La figure du type du *Conus Mercati* de Brocchi donnée par M. Sacco est particulièrement intéressante, nous avons des échantillons identiques du Bordelais, les tours de spire sont canaliculés et cette dépression est plus ou moins sillonnée par des cordons délicats. L'ouverture est faiblement élargie à la base, la columelle est épaissie par l'application du bord du canal inférieur remontant vers la suture; on observe nettement une dépression canaliculée parallèle à la spire, pénétrant dans l'ouverture immédiatement au-dessous de la suture ; les cordons décurrents de la base sont nombreux, assez forts et inégaux, ils sont parfois visibles jusqu'au milieu de la hauteur du dernier tour.

Le *Conus papilionaceus*, assez abondant dans le Miocène, est moins répandu dans le Pliocène; les dernières études ont montré sa présence dans le Pléistocène (couches à *Strombus bubonius*) du Bassin méditerranéen ; sa distribution actuelle va du Maroc au golfe de Guinée.

Yetus cymbium Linné sp. (*Voluta*)

1911. *Yetus cymbium* L. G. Dollfus, Quater. marin Sénégal, p. 24, pl. I, fig. 2.

Un échantillon médiocre, mais certain ; rien d'analogue n'est connu jusqu'ici dans le Miocène et le Pliocène ; caractéristique du Pléistocène de l'Ouest africain et de l'Atlantique de l'Afrique occidentale actuelle.

Eutritonium (*Monoplex*) *costatum* Born. sp. (*Murex*)

1757. *Purpura Vojet* Adanson. Voyage au Sénégal, p. 118.
1780. *Murex costatus* Born. Test. Mus. Cæs. Vindob., p. 297.
1793. *Murex parthenopæus* von Salis. Reise in Königreich. Neapol., p. 370, pl, VII, fig. 1.
1853. *Tritonium Adansoni* Dunker. Index Moll. Itinere Tams, p. 26.
1870. *Triton succinctus* (pars) Hidalgo. Mol. marinos Espana, pl. 17, fig. 1.
1881. *Triton olearium* Tryon (non Linné). Manual of Conch. III, p. 11, pl. VI, fig. 37.
1910. *Cymatium costatum* Born. Dautzenberg, Faune Mal. Afrique occidentale, p. 67.

Notre moulage du Rio de Oro représente une espèce de forme courte et bien ventrue, elle est ornée de forts cordons spiraux coupés de côtes un peu épineuses, les cordons basilaires sont très nets et bien obliques.

La synonymie et la délimitation de cette espèce sont extrêmement confuses. Le type de Born est fondé sur deux figures renversées, assez grossières, de Seba (pl. 57, fig. 31) qui représentent une grande espèce à fortes varices et cordons spiraux tuberculeux, qui est assez éloignée du moulage que nous possédons.

C'est une partie du *Murex olearium* Linné et de *Triton succinctus* Lamarck et l'espèce a été supposée cosmopolite, commune à la Méditerranée, au Brésil, à l'Australie, au Japon, etc. Il y aurait à revoir et comparer des échantillons, en nombre, de provenances authentiques. Les figures mêmes de Tryon nous permettent de distinguer (pl. III, fig. 19) un *Triton americanus* d'Orbigny (des Antilles) ; (pl. IV, fig. 24) un *Triton brasiliensis* Gould du Brésil ; (pl. VI, fig. 29) un *Triton succinctus* Lamarck, d'Australie.

Quoi qu'il en soit, nous savons que l'*Eutritonium costatum* est une espèce de la Méditerranée et du cap Vert, qui descend jusqu'au golfe de Guinée, qu'on l'a trouvé fossile à Tarente et que des formes très voisines, certainement ancestrales, sont connues dans le Miocène et le Pliocène d'Italie sous les noms de *Triton olearium* non L. (Sacco, XXX, pl. x, fig. 14-13) et de *Triton*

affine Desh. (Bellardi, I, pl. xv, fig. 1), enfin qu'il y a des formes représentatives dans presque toutes les mers, ce qui est en accord avec l'antiquité du groupe. Je ne discuterai pas ici la question de nomenclature générique, ayant publié ailleurs une discussion critique du classement proposé par M. Dall, pour les *Tritonidae*, et M. Cossmann en ayant donné un tableau détaillé dans ses « Essais de Paléontologie », 1906, VII, p. 232 (Appendice à la Ve liv.).

Murex turbinatus Lamarck

1822. *Murex turbinatus* Lamarck. Anim. sans vert. VIII, p. 170.
1843. — — Lamk. (Édit. Deshayes). Anim. sans vert. IX, p. 586.
1880. — — Tryon. Manual Conchy, II, p. 106, pl. xxviii, fig. 252.

M. testa subturbinata, ventricosa, transverse sulcata, tuberculis coronata, septifariam varicosa, alba, fasciis rufis interruptis cincta; varicibus superne tubercule majore complicata, acuto terminatis; spira breve conica (Lamarck). *Loc. incognita.*

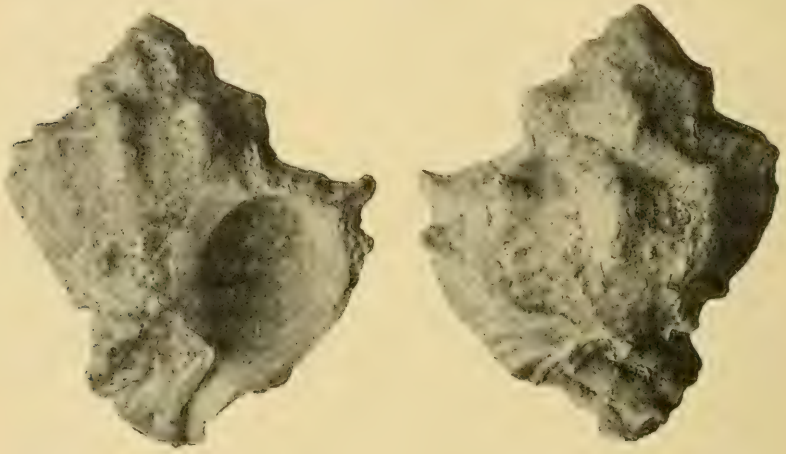


Fig. 2. — *Murex turbinatus* Lamarck. — 1/2 grandeur.

Cette espèce est restée longtemps obscure, la référence de Kiener représente un échantillon jeune mal reconnaissable, la figure de Seba est à éliminer, le *M. turbinatus* de Sowerby est le *M. rosarium* Chem., espèce très différente ; les assimilations au *M. Beckii* Philippi par Tryon et au *M. spinosus* A. Adams sont très douteuses.

C'est cependant une belle coquille qui appartient au groupe du *M. trunculus*, mais de taille supérieure, quoique de forme plus raccourcie; notre échantillon mesure 110 mm. de haut sur

90 mm. de largeur; on compte neuf varices au dernier tour, huit varices à l'avant-dernier et sept varices seulement au troisième tour.

Les formes fossiles voisines sont très nombreuses, c'est le groupe du *Murex turonensis*, du *M. taurinensis*, *M. Hoernesi*; la plus voisine est certainement le *M. Pecchiolianus* d'Ancona, (p. 32, pl. v, fig. 3 [ab]) des marnes bleues du Plaisancien que Bellardi a considéré comme une variété du *Murex conglobatus* Michelotti mais qui s'en distingue parfaitement comme ayant un ombilic grand, une spire courte, des varices prolongées; la diagnose convient parfaitement.

Le *Murex turbinatus* que nous savons maintenant habiter l'Afrique occidentale, est une modification dérivée des formes du Pliocène et du Miocène de la même province géographique, on ne peut pas s'appuyer sur sa présence pour attribuer la couche qui le renferme au Miocène ni au Pliocène et encore moins y voir un élément exotique.

Semifusus Morio Linné sp. (*Murex*)

1911. *Semifusus Morio* Linné. G. Dollfus, Quater. marin Sénégal, pl. I, fig. 13-14.

Cette espèce est vivante sur les rivages de l'Afrique occidentale, au Brésil et aux Antilles; les affinités miocéniques européennes sont tout à fait douteuses, c'est un élément récent de la faune actuelle qui ne remonte pas plus haut que le Quaternaire.

Cerithium (*Vulgocerithium*) *Oroense* G. Dollfus n. sp.

Nous avons sous les yeux un assez grand nombre d'échantil-

Fig. 3. — *Cerithium Oroense* G. Dollfus. — Gr. 2/1.

lons de cette espèce mais ils sont tous malheureusement en mauvais état; elle appartient au groupe de *C. vulgatum* Brug. et

nous aurions peut-être hésité à en faire seulement une variété si nous n'avions pas eu l'avis de notre confrère M. Vignal, de la Société zoologique, qui s'est fait une spécialité de l'étude des *Cerithidæ* et qui admet que c'est une bonne espèce.

C'est une coquille turriculée, un peu ventrue, à tours faiblement convexes au nombre de neuf ou dix, la suture est bien marquée, un peu ondulée, la surface des tours est ornée de sillons profonds, très fins, inégalement distants, et pourvue de costules isolées, arrondies au centre des tours ; vers la suture il existe un autre rang de costules limitées un peu obliques. L'ouverture est médiocre, le labre bien arqué, épaissi; le canal court, coupé obliquement; une varice s'oppose à l'ouverture sur le dernier tour.

L'ornementation est, en somme, très voisine de celle du *Pliocerithium holothurium* Monterosato[1] du Pliocène supérieur de Sicile, mais la taille est bien plus faible, la forme générale moins conique, les sillons spiraux moins accusés. C'est maintenant tout un monde que le *C. vulgatum* dans lequel M. de Monterosato a découpé cinq genres et 16 espèces nouvelles (?) en supprimant tous les passages.

Mesalia brevialis Lamarck (*Turritella*).

1911. *Mesalia brevialis* Lamk. G. Dollfus, Quater. marin Sénégal, p. 38, pl. II, fig. 25-26.

Espèce commune dans les divers niveaux du Rio de Oro. C'est le « Mesal » d'Adanson, espèce très abondante actuellement sur le littoral du Sénégal, de la Mauritanie, s'étendant même au Maroc, elle présente des variations étendues, ses tours sont plus ou moins arrondis et couverts de linéoles spirales fines, contiguës, plus ou moins visibles. Elle est représentée dans le Tortonien du Portugal par des spécimens de forte taille et dans le Pliocène italien par le *Mesalia cochleata* Brocchi.

Turbo (*Bolma*) *rugosus* Linné

1766. *Turbo rugosus* Linné. Syst. nat. XII, p. 1234.
1884. — — B. D. D. Moll. marins Roussillon, I, p. 332, pl. XXXVIII, fig. 1-11.
1896. *Bolma rugosa* Sacco. Moll. Terr. Terz. Piemont, XXI, p. 9, pl. I, fig. 16-20.

Nous n'avons qu'un exemplaire jeune de cette espèce bien connue, la spire n'a pas une hauteur constante, les épines sont

1. Nota su taluni Generi e specie delle famiglia Cerithidae. *Giornale Sc. naturali*, XXVIII, p. 65-76, 1 pl. photog. Palerme, 1900.

très irrégulièrement développées et les bonnes figures d'exemplaires jeunes données par M. Sacco offrent un bien plus important appareil (Rio de Oro, niveau supérieur). Le *Turbo rugosus* est connu dans le Miocène et le Pliocène Méditerranéen, très développé dans le Pléistocène ; on le connaît actuellement dans toute la Méditerranée, le Portugal, le Maroc, les Canaries, les Açores, mais sa présence, croyons-nous, n'a pas encore été signalée au Sénégal.

Trochus (*Gibbula*) *Dalat* Adanson

1757. *Turbo Dalat* Adanson. Voy. au Sénégal, p. 186, pl. xii, fig. 8.
1891. *Gibbula Dalat* Dautzenberg. Voyage de la Mélita aux Canaries, p. 56, pl. iii, fig. 7.
1910. — — Dautzenberg. Faune Malacol. Afrique occidentale, p. 100.

Un échantillon engagé dans la roche du niveau supérieur. Les figures nouvelles données par M. Dautzenberg, d'après des échantillons recueillis à Dakar et à Gorée, ne permettent plus de méconnaître l'espèce d'Adanson. On compte six à huit cordons spiraux sur chaque tour qui sont coupés par des lamelles obliques espacées.

Nous ne savons rien encore de l'histoire géologique de cette espèce comme sur beaucoup d'autres coquilles des cordons littoraux rocheux.

Tellina (*Peronæa*) *planata* Linné

1767. *Tellina planata* Linné. Syst. nat. XIII, p. 11-17.
1898. — — B. D. D. Moll. marins Roussillon, II, p. 664, pl. xciv, fig. 1-5.
1901. *Peronea planata* Sacco. I Moll. Terr. Tez. XXIX, p. 109, pl. xxiii, fig. 6-8.
1910. *Tellina planata* Cossmann et Peyrot. Conchy. Néog. Aquit., p. 235, pl. viii, fig. 25-27.

Un échantillon. Cette espèce se distingue du *T. strigosa* par sa forme plus haute et moins transverse, son bec moins accusé, par la dépression profonde et arrondie du logement ligamentaire, par le sinus palléal arrondi au droit de la charnière tombant rapidement sur les côtés, enfin la valve droite est plus bombée et plus rostrée que la valve gauche ; tous ces caractères n'ont pas été suffisamment précisés dans notre travail sur les coquilles du Quaternaire marin du Sénégal ; leur distribution ne manque pas d'analogie. Le *Tellina planata* est répandu dans le Miocène de l'Italie,

de la vallée du Rhône, du Bordelais, etc., dans le Pliocène de l'Italie, de l'Algérie, Corse, Espagne, etc.; dans la nature actuelle l'habitat s'étend à toute la Méditerranée, les côtes atlantiques, au Portugal, aux Iles du Cap Vert.

Capsa (*Gastrana*) *fragilis* Linné sp. (*Tellina*)

1766. *Tellina fragilis* Linné. Syst. naturae, XII, p. 1117.
1901. *Gastrana fragilis* Sacco. I Molluschi part., XXIX, p. 116, pl. xxx, fig. 15, var. *gigantula*.
1904. *Capsa fragilis* Dollfus et Dautzenberg. Conchy. Mioc. Loire, II, p. 148, pl. vii, fig. 34.
1909. — Dollfus et Cotter. Pliocène au N. du Tage, I, p. 23, pl. iii, fig. 1-5.

Nous avons déjà parlé des affinités de cette espèce avec le *Capsa matadoa* du Sénégal; nous avons sous les yeux un exemplaire de très grande taille, mesurant 54 mm. de long sur 36 mm. de haut, c'est-à-dire concordant avec les dimensions de la var. *gigantula* de M. Sacco, les détails ne sont cependant pas tout à fait les mêmes, la charnière est assez forte, la forme générale bien transverse, les lamelles concentriques sont assez fortes, donnant avec d'obscurs rayons un treillis léger, le sinus est peu marqué et sans bec.

M. Cossmann, dans un récent travail sur la Conchyliologie du Bordelais, a insisté sur la nécessité de conserver le genre *Gastrana* comme distinct du genre *Capsa* en se basant seulement sur ce que les deux branches de la dent cardinale centrale sont plus divergentes et sur ce que le sinus palléal est moins haut mais plus profond; mais ces caractères sont de faible valeur et d'ordre purement spécifique, tout ce qu'on peut accorder, c'est que le groupe *Gastrana* peut être circonscrit parmi les *Capsa*. Aucune des figures données du Bordelais ne convient à nos échantillons; et nous n'avons pas à insister sur l'histoire géologique de cette espèce, car nous l'avons récemment exposée à propos des coquilles de la Touraine. C'est une espèce venant du Miocène, du Pliocène et répandue des Iles Britanniques aux îles de l'Atlantique ainsi que dans la Méditerranée.

Tapes geographicus Chemnitz sp. (*Venus*)

1790. *Venus geographica* Ch. Gmelin, Syst. nat. XIII, p. 3293.
1893. *Tapes geographicus* B. D. D. Mollusques marins Roussillon, II, p. 402.
1906. — — Dollfus et Dautzenberg. Conchy. Mioc. marin, Loire, p. 179, pl. xi, fig. 31-33.
1910. — *pullaster* Mont. Dautzenberg, Faune Malac. Afrique occid., p. 136.

Cette espèce est représentée dans la collection par deux échantillons de petite taille à ornementation très fine, provenant du niveau supérieur. On peut discuter si c'est une espèce spéciale ou une variété méridionale du *Tapes pullaster* Mont., commun sur les côtes d'Angleterre et de France, et dans ce cas il paraît nécessaire de reprendre le nom de Chemnitz qui est plus ancien, ce n'est pas la petite forme qui serait la variété, mais ce serait au contraire le type. Aucune confusion ne peut être faite avec le *Tapes corrugatus* du Sénégal qui est au contraire une espèce très grossièrement ornée, et cette assimilation de Jeffreys est à abandonner. Le *Tapes geographicus* est rare, mais connu dans le Miocène, il passe dans le Pliocène, puis dans la faune actuelle où son habitat est surtout méditerranéen, c'est là où il prend son plus grand développement avec des variétés de coloration qui ont donné carrière à une nomenclature fantastique.

Meretrix (*Pitaria*) *tumens* Gmelin sp. (*Venus*)

1911. *Meretrix tumens* Gmelin. G. Dollfus, Quat. marin du Sénégal, p. 51, pl. III, fig. 16-17.

Nous avons des échantillons du Rio de Oro dans lesquels les moules de cette espèce forment de véritables amas; les cordons du bord palléal indiqués quelquefois par Gmelin sont visibles.

L'espèce a des affinités ancestrales avec diverses formes du Miocène du Bordelais. L'habitat actuel va des Iles Canaries au golfe de Guinée.

Lucina (*Linga*) *columbella* Lamarck

1818. *Lucina columbella* Lamarck. Anim. sans vert., t. V, p. 543.
1840. *Lucina Adansoni* d'Orbigny. Moll. des Iles Canaries, p. 107, pl. VII B, fig. 26-28.
1909. *Lucina columbella* Lamk. Dollfus et Dautz., Conchy. Mioc. Moy. Loire, p. 251, pl. XVII, fig. 8-18.
1910. — — Dautzenberg. Faune Malacol. Afrique occ., p. 150.

Le type de Lamarck est un fossile miocène de la Touraine, l'espèce est d'ailleurs passablement polymorphe et nous en avons examiné déjà les variations. L'extension du *Lucina columbella* est très considérable au Miocène, en Europe et dans l'Afrique du Nord, elle est moins abondante au Pliocène, et dans la nature vivante son habitat est restreint à la côte occidentale d'Afrique, aux Canaries et au Cap Vert ; nous n'avions encore relevé aucune citation dans le Pléistocène (Rio de Oro, niveau supérieur).

Cardium (*Tropidocardium*) *costatum* Linné

1757. *Pectunculus Kaman* Adanson. Voy. au Sénégal, p. 243, pl. xviii, fig. 2.
1766. *Cardium costatum* Linné. Syst. nat. Édit. XII, p. 1121.
1835. — — Lamarck. Anim. sans vert. Édit. II, pl. vi, p. 389.
1910. — — Dautzenberg. Faune Malac. Afrique occidentale. *Soc. linn. Bord.*, LXIV, p. 127.

Linné n'a pas indiqué de type pour son genre *Cardium*, mais en 1799 Lamarck a indiqué le *C. aculeatum*; comme cette espèce est fort loin de *C. costatum*, il est rationnel d'adopter le sous-genre *Tropidocardium* proposé par Rœmer en 1868. Nous n'avons du Rio de Oro que des moules incomplets, mais l'espèce est si bien caractérisée par les plus minutieux détails de la disposition interne des côtes, qu'aucune confusion n'est possible. Pour le moment d'ailleurs cette grande et belle espèce est fort isolée dans l'espace et dans le temps ; nous ne connaissons rien d'analogue à l'état fossile et le *C. hians* Brocchi du Tertiaire supérieur d'Italie (*Cardium indicum* Lamk., *C. Darwini* Mayer), n'est qu'un parent très éloigné ; la région de l'habitat actuel est l'Afrique occidentale et toutes les autres citations dans l'Océan indien sont fausses, en sorte que le gisement de Rio de Oro est le plus ancien de ceux géologiquement connus.

Cardium (*Parvicardium*) *papillosum* Poli

1911. *Cardium papillosum* Poli. G. Dollfus, Quat. marin Sénégal, p. 59, pl. iv, fig. 23-24.

Notre échantillon du niveau supérieur a été déterminé par un moulage qui montrait bien les côtes ornées de petites perles avec leurs intervalles pourvues de trabécules horizontaux. Le *Cardium papillosum* est d'origine ancienne; bien caractérisé dans le Miocène d'Europe, il passe dans le Pliocène ; dans les mers actuelles il occupe la Méditerranée et l'Atlantique depuis la côte d'Écosse jusqu'au Sénégal, suivant la fortune de la plupart des espèces que nous avons eu à étudier.

Chama gryphina Lamarck

1899. *Chama gryphina* Lamk. Sacco, I Moll. part., XXVII, p. 66, pl. xiv, fig. 8-10.
1909. — — Dollfus et Cotter. Pliocène au N. du Tage, p. 49, pl. vi, fig. 5-6.
1911. — — Dautzenberg. Faune malac. Afrique occid., p. 129.

Nous ne tenons de M. Font y Sagué qu'une valve de taille assez forte, mesurant 6 cm. sur 5 1/2; les lamelles concentriques sont irrégulièrement ondulées avec une tendance vers d'obscures costules. L'intérieur de cet échantillon était rempli de petits cailloux de quartz blanc, laiteux, de la taille d'un grain de café et très roulés, caractéristiques d'un appareil littoral peu distant.

Nous allons donner dans les *Mémoires de la Société géologique de France*, dans la suite à notre histoire des coquilles fossiles du Miocène de la Touraine, une étude très développée sur cette espèce à laquelle on pourra se reporter ultérieurement.

Le *Chama gryphina* est connu du Miocène des divers bassins européens, il se voit dans le Pliocène de presque toutes les régions, et dans les mers actuelles il se rencontre dans toute la Méditerranée et l'Atlantique, depuis les côtes du Portugal jusqu'à celles du Sénégal, en y comprenant les îles du Cap Vert.

Arca (*Senilia*) *senilis* Linné

1911. *Arca senilis* L. G. Dollfus, Quaternaire marin du Sénégal, p. 61, pl. iv, fig. 26-29.

Nous avons du Rio de Oro (niveau supérieur) un bel échantillon : longueur 8 cm., largeur 7 cm., charnière 2 cm. Les côtes qui sont plates et séparées par des espaces plans, montrent par altération une structure interne chevronnée. Habitant dans l'Afrique occidentale et connu seulement dans les dépôts quaternaires et actuels de cette région.

Pecten Benedictus Lamarck

1819. *Pecten Benedictus* Lamarck. Anim. sans vert., VI, p. 433 (Roussillon).
1887. — — Fontannes. Moll. plioc. Rhône, II, p. 196, pl. xii, fig. 12.
1902. — — Depéret et Roman. Monog. Pectin. néog. Europe, X, p. 33, pl. iv, fig. 1-5.
1905. *Pecten planariæ* Depéret et Roman (Simonelli?). Supp. Pectinidæ, p. 87, pl. xi, fig. 1-2.

Nous ne sommes pas absolument certains de cette détermination, car les exemplaires que nous possédons sont en mauvais état de conservation. Il est possible que ce soit la variété *planariæ* de MM. Ugolini, Depéret et Roman, mais les figures qu'ils nous donnent sont si différentes de celles de M. Simonelli que l'incertitude est permise. M. P. Lemoine en aurait recueilli un échantillon dans le Pliocène de Safi (Maroc) d'après la détermination de MM. Depéret et Roman. C'est une grande espèce du groupe des *P. maximus* et *P. Jacobæus*, mais qui en diffère nettement

par ses côtes bien accusées, qui sont arrondies mais qui ne sont ni anguleuses, ni sillonnées. Les dimensions atteignent 90 mm., dans les deux sens, la valve inférieure est fortément concave, cambrée, les oreillettes sont courbes, les côtes au nombre de 16 sont plano-convexes, un peu plus larges que leurs intervalles, elles sont ornées seulement de quelques sillons ondulés d'accroissement ; jusqu'à présent la valve supérieure est inconnue.

Si l'origine miocène et la diffusion dans le Pliocène sont bien établis, nous ne connaissons rien dans la nature actuelle de semblable, l'espèce paraît éteinte et reste un des arguments d'ancienneté les plus importants pour la couche du Rio de Oro.

Pecten Dunkeri Mayer

1864. *Pecten Dunkeri* Mayer. Fossilen Reste von Madeira, Porto Santo, etc., p. 43, pl. v, fig. 29.
1902. — — Depéret et Roman. Monog. Pectinidæ néog., I, p. 53, pl. vi, fig. 1-4.
1905. — — Depéret et Roman. Supp., p. 94, pl. xi, fig. 3.

Notre citation est basée sur quelques valves du Rio de Oro envoyées par le chanoine Almera, en communication, à MM. Depéret et Roman ; nous n'en avons pas eu d'exemplaires certains entre les mains. Il appartient au Miocène des Açores, de la province d'Oran et de l'île de Crête faisant partie du groupe du *P. aduncus* qui est maintenant éteint ; cette détermination ne nous donne donc pas satisfaction.

M. P. Lemoine nous apprend, d'après les déterminations de MM. Depéret et Roman, que le *P. Jacobæus* de la Méditerranée se trouve dans les dépôts atlantiques d'âge pliocène et pléistocène au Maroc, et qu'il a trouvé aussi le *P. maximus* dans le Pléistocène à Safi.

Anomia ephippium Linné

1888. *Anomia ephippium* Linné. B. D. D., Moll. Marins Roussillon. II, p. 26.
1889. — *Helvetica* Mayer. Descrip. Coq. Terr. Tert. sup. Jour. Conchy, t. XXXVII, p. 59-65, III, fig. 5.
1897. — *ephippium* L. Sacco, I Moll. Part. XXIII, p. 37, pl. x, fig. 39.
1907. — — Cerelli-Irelli. Fauna Mariana, p. 9, pl. i, fig. 11, 18, 19.
1909. — — Dollfus et Cotter. Pliocène, au N. du Tage, p. 85.
1910. — — Dautzenberg. Faune malac. Afrique ocidentale, p. 111.

L'échantillon du Rio de Oro est tout particulier, il est d'une taille très grande comme l'espèce de Mayer, ayant 7 cm. 1/2 sur 6 cm., mais ce n'est pour nous qu'une des nombreuses variétés de

cette espèce si polymorphe, l'ornementation rayonnée est plus marquée que dans l'espèce de Mayer et tend vers la variété *ruguloso-striata*. L'*Anomia nobilis* Mayer est aussi une variété de grande taille. L'*Anomia ephippium* var. *helvetica* a été fondé sur un échantillon de l'Helvétien supérieur de Cadenet (Vaucluse) et des spécimens analogues ont été signalés dans le Pliocène. Dans les mers actuelles, cette espèce est connue de toute la Méditerranée, et dans l'Atlantique, depuis la côte de Norwège jusqu'au Sénégal, à Madère, etc., mais nous n'en connaissons aucun exemplaire aussi grand que ceux fossiles.

Ostrea edulis Linné var. *lamellosa* Brocchi

1873. *Ostrea edulis* L. Cocconi, Enumerazione sistematica dei Molluschi miocenici e pliocenici delle provincie di Parma e di Piacenza, p. 351.
1873. *Ostrea subarata* Mayer. In Cocconi, p. 350, pl. ix, fig. 10-11.
1873. — *italica* Mayer. In Cocconi, p. 352, pl. ix, fig. 12-14.
1873. — *hippopus* Lamk. In Cocconi, p. 352.
1873. — *Lamarcki* Mayer. In Cocconi, p. 352. Pl. x, fig. 3-5.
1873. — *exasperata* Mayer. In Cocconi, p. 353, Pl. x, fig. 8-11.
1873. — *Cortesiana* Cocconi. *Idem.*, p. 354, pl. xi, fig. 6-8.
1873. — *fallaciosa* Mayer. In Cocconi, p. 354, pl. vii, fig. 15-18.
1873. — *Boblayi* Deshayes ? Cocconi, p. 355.
1873. — *lamellosa* Brocchi. Cocconi, p. 355, pl. x, fig. 14-15.
1897. — *edulis* L. Sacco, I Moll. Part. XXIII, p. 7, pl. ii, fig. 3-4.
1909. — — Dollfus et Cotter. Pliocène au N. du Tage, p. 84.
1911. — — Dollfus. Quaternaire du Sénégal, p. 84, pl. ix, fig. 36.

Je crois devoir saisir cette circonstance pour réunir dans ma synonymie une série de formes qui sont à peine des variétés, qui ont été créés par Mayer et auxquelles M. G. Cocconi a donné l'hospitalité.

Nous avons plusieurs échantillons, principalement du niveau moyen, l'un qui est gros et lourd a une charnière forte avec sillon central bien accusé, l'impression musculaire forte et transverse, la valve inférieure est obscurément plissée, c'est bien la variété *lamellosa* Brocchi. Un autre échantillon moyen mesure 9 cm. sur 12 cm., il est relativement mince, la valve inférieure est bien plissée, la forme générale rétrécie au sommet, enfin un autre spécimen de taille un peu plus faible a une valve inférieure à plis nombreux, subréguliers, au nombre approximatif de 25, le crochet triangulaire est petit et rétréci au sommet, il se rapproche beaucoup de la forme typique que nous avons recherchée et dégagée dans les Mollusques du Roussillon. On sait que l'*Ostrea edulis* est connu dans le Miocène d'Europe, se propage

dans le Pliocène et se rencontre à l'état vivant dans toute la Méditerranée et ses annexes, l'Atlantique depuis les côtes de Norwège jusqu'au Maroc et au Sénégal ; la station de Rio de Oro forme une étape intermédiaire entre le Pliocène et les mers actuelles, entre le Sénégal et le Maroc.

Ostrea (*Crassostrea*) *gingensis* Schlotheim var. *Saguei*

1813. *Ostreacites gingensis* Schlotheim, in Leonhardt, Taschenbuch, VII, p. 72.
1819. *Ostrea crassissima* Lamarck. Anim. sans Vert. T. VI, p. 217.
1873. — *borealis* Cocconi (non Lamarck). Enum. Sist. Moll. Mioc. Parma, p. 356, pl. x, fig. 16-17, pl. xi, fig. 9-10.
1873. *Ostrea gingensis* Schl. Cocconi, *id.*, p. 356.
1873. — *crassissima* Lamk. Cocconi, *id.*, p. 357.
1897. — (*Crassostrea*) *crassissima* Lamk. Sacco, I Moll. Part. XXIII, p. 15, pl. iv, fig. 11, 13.

Fig. 4. — *Ostrea gingensis* Schl. var. *Saguei* Dollfus. — 1/2 grandeur.

Nous ne nous arrêterons pas longuement ici sur cette espèce, car nous préparons un travail monographique sur le groupe auquel elle appartient, avec la bonne collaboration de M. Blayac.

L'espèce de Schlotheim est fondée sur diverses figures, d'ailleurs très bonnes, de Walch et Knorr (II, fig. D et D IX, 1-2) qui représentent des échantillons fossiles de la mollasse de Gingen en Bavière, dont nous avons pu nous procurer des spécimens et qui ne laissent aucune incertitude. Mais Lamarck indique une figure de Chemnitz comme référence (VIII, pl. 74, fig. 678) qui représente une forme vivante bien connue, l'*Ostrea virginica* et qui ne peut être considérée que comme une indication approchée, en sorte que le type de Lamarck n'a été réellement fixé que bien postérieurement par Goldfuss. Longtemps l'*Ostrea crassissima* a été considérée comme caractéristique du Miocène où elle prend en effet un développement extraordinaire, mais elle se propage cependant dans le Pliocène, et des échantillons viennent d'être découverts à l'état vivant au Sénégal.

C'est un groupe ancien, répandu déjà dans le Crétacé et qui paraît avoir évolué dans les divers bassins océaniques pendant toute la durée des temps tertiaires. Il y a des précurseurs en Europe dans l'Oligocène, et il y a des représentants vivants très développés sur le littoral atlantique américain actuel (*O. virginica* = *O. borealis*). Il n'y a donc plus, pour le moment, de conclusion stratigraphique générale précise à en tirer. La variété *Saguei* que nous formons pour l'échantillon figuré de Rio de Oro, n'est guère caractérisée que par son peu de profondeur, l'épaississement très inégal des deux bords, la persistance d'une coloration noire dans les couches superficielles et les ondulations imperceptibles de ses lamelles, ces caractères étant de valeur secondaire et ne permettant pas, après soigneuse comparaison, la fondation d'une espèce, mais seulement d'une variété.

Nous laissons de côté, sans détermination, deux espèces d'*Ostrea*, l'une représentée par un échantillon de petite taille très incomplet, à bord plissé, pourrait se rapporter à l'*Ostrea stentina* ; l'autre est un beau spécimen bivalve, de forme transverse, la valve supérieure peu bombée est intrante dans la valve inférieure et ornée de côtes rayonnantes nombreuses subépineuses qui paraissent subparallèles par suite de la forme générale de l'échantillon ; c'est peut-être quelque représentant de l'*Ostrea digitalina* Dubois (*in* Hoernes) ; il faudrait plusieurs échantillons pour pouvoir se prononcer avec quelque assurance.

Au point de vue de l'extension de ces formations littorales africaines de l'Atlantique, je rappellerai que j'ai pu récemment examiner une petite récolte faite dans la colonie portugaise de

Mossamédès, et que notre confrère M. F. L. Pereira de Souza, du Service géologique du Portugal, a bien voulu me confier; j'y ai trouvé les mêmes espèces qu'au Rio de Oro et au Sénégal; en voici la liste : *Mesalia brevialis*, *Tapes durus*, *Mactra nitida*, *Pecten gibbus*, *Semifusus Morio*, *Cardium ringens*, *Cardium costatum*.

M. Berkeley Cotter, de son côté, a examiné une série recueillie à Pedreira de Santonio, au Sud de Mossamédès, en un point plus éloigné de la côte, qui présente des coquilles d'un type un peu plus ancien, qu'il estime être d'âge pliocène ou miocène[1].

1. F. L. Pereira de Souza. Algunos trechos do relatorio do Engenheiro Rego Lima sobre a sua Minaô As Missas de Cassinga en 1898. *Revista de Engenheria militar*. 246 p. cartes. Lisbonne, 1911.

Étude revisionnelle des Mollusques quaternaires des brèches de Toga a Bastia (Corse)

par **E. Caziot**[1].

En 1807, Rampasse, dans une lettre adressée à Cuvier et publiée dans les *Annales du Muséum d'Histoire naturelle de Paris*[2], signala, pour la première fois, la présence de brèches renfermant des ossements aux environs immédiats de Bastia. Plus tard, Cuvier, dans son travail sur les brèches osseuses du bassin méditerranéen, fit ressortir l'analogie qui existe entre les brèches de Corse, Gibraltar, Cette, Antibes, Nice, etc.

Vers l'année 1870, lorsqu'on construisit la jetée du nouveau port de Bastia, on ouvrit, dans la vallée de Toga, située immédiatement au Nord de la ville et près de la mer, plusieurs carrières pour en extraire les matériaux nécessaires à la construction des blocs. On mit alors à découvert plusieurs fentes ou crevasses, de véritables dépôts stalagmitiques dans lesquels MM. Debeaux, puis Locard, recueillirent de nombreux ossements et beaucoup de coquilles terrestres. M. Locard, dans les *Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon*, fit alors, en 1872, paraître une note sur les brèches osseuses, note dans laquelle il fit connaître, sommairement, la topographie et la géologie d'une partie du Cap Corse et donna la liste des animaux et des coquilles dont il avait reconnu l'existence[3]. Ces animaux sont les suivants :

Lagomys corsicanus Cuvier, *Myoxus sylvaticus* Linné, *Canis vulpes* Linné, *Ovis musimon* Linné.

Il signala aussi des ossements humains et des ossements à *Perdix*, *Lepus*, *Lacerta*, *Testudo*, etc.

1. Cette note a été présentée à la séance du 15 mai 1911.
2. 1re série, t. X, pp. 163-167. Paris, 1807.
3. Nota. Dans les *Comptes rendus sommaires de la Société géologique de France*, en date du 18 juin 1894, M. Harlé a signalé, d'après les renseignements fournis par des ingénieurs, la destruction totale desdites brèches. Le mot *totale* n'est pas exact car il existait encore une assez grande partie de ces dépôts de 1896 à 1900, époque pendant laquelle j'ai pu recueillir encore quelques *Helix* et des ossements de *Lagomys corsicanus* Cuvier dans des petites poches encore intactes.

Tableau des Mollusques d'après M. Locard.

1. *Helix aspersa* Müller, 1774. Verm. terr. et fluv. hist., II, p. 59.
— Draparnaud, 1805, Hist. Moll., p. 89, pl. v, fig. 23.
2. *Helix aperta* Müller.
— *melanostoma* Draparnaud [1].
3. *Helix nuculoides* n. sp., *in* coll. 1868, test. Crosse indique seulement que cette forme est voisine de l'*Helix nucula* Parreys d'Alexandrie (Égypte), IV, 160 ; non figuré par Rossmässler [2].
4. *Helix vermiculata* Müller, 1774, Verm. terr. et fluv. hist., II, p. 20.
— Draparnaud, 1805, Hist. Moll., p. 96, pl. vi, fig. 7-8.
5. *Helix Raspaili* Payraudeau, 1826, Catal. descrip. etc., p. 102, pl. v, fig. 7-8 [3].
6. *Helix halmyris* J. Mabille, 1869, *Arch. Malacol.*, fasc. IV, p. 17.
— Caziot, 1902, Moll. Corse, p. 228 [4].
7. *Helix Brocardiana* Dutailly, 1867, Description de quelques espèces nouvelles du groupe de l'*Helix Raspaili*, Paris, 1er février [5].
8. *Helix hospitans* Bonelli, *apud* Rossmässler, Iconog., IV, 1836, p. 26, fig. 240 [6].

1. L'*Helix aperta* Müller n'a rien de commun avec l'*Helix melanostoma* Draparnaud. Il n'existe d'ailleurs ni à l'état fossile ni à l'état vivant en Corse, enfin l'*Helix aperta* n'est pas de Müller mais de Born, 1778 (Index mus. Cæsar. Vindob., p. 399). Il a été représenté par Dupuy, en 1849 (*in* Hist. moll., p. 99, pl. ii, fig. 1).

2. J'ai trouvé cette espèce manuscrite dans la collection Debeaux, je l'ai décrite et figurée ci-après.

3. M. Locard donne, comme synonymie à cette espèce, l'*Helix insularis* Crosse et Debeaux, 1869. *Journ. Conchyl.*, XVII, p. 51, pl. ii, fig. 3. Celle-ci est, au contraire, une bonne espèce bien différente de l'*Helix Raspaili* Payraudeau.

Fig. 1. — *Helix halmyris* Mabille.

4. J'ai figuré (fig. 1), non l'espèce que M. Debeaux a trouvée dans les brèches, mais une forme qui s'en rapproche absolument comme dimensions, comme galbe et comme aspect extérieur (celle des brèches est en trop mauvais état pour la reproduire). Je l'ai d'ailleurs recueillie dans les environs immédiats des brèches et je la rapporte à celle décrite par Mabille qui n'a jamais été figurée.

5. M. Locard considère l'*Helix Brocardiana* comme synonyme de l'*Helix Raspaili*. Cela n'est pas exact. De plus il ajoute que cet *Helix* vit en Sicile et en Sardaigne ; c'est une erreur, il ne vit ni dans l'une ni dans l'autre de ces deux îles ; on ne le trouve qu'en Corse. Cette espèce a été figurée par Bourguignat dans ses Mollusques nouveaux litigieux en décembre 1868 (p. 229, pl. xliv, fig. 4-6) mais la figure qu'il en donne est exagérée ; beaucoup d'échantillons de la *Brocardiana* se rapprochent plus de la figure 986 de l'Iconographie de 1876 de Rossmässler, que de celle de Bourguignat.

6. L'*Helix hospitans* ne vit pas en Corse. Il ne se trouve que dans la partie méridionale de la Sardaigne, jamais dans le Nord de l'île [Caziot, 1901 ; Comparaison des faunes malacologiques de Corse et de Sardaigne. *A. F. A. S.*, Session d'Ajaccio]. L'espèce visée par Locard (qu'il dit être synonyme de l'*Helix serpentina* Férussac var. M.-Tandon, 1855. Hist. moll., p. 144), doit être la variété de l'*Helix serpentina* Férussac, 1822 (Tabl. syst., p. 35 et Hist. moll., pl. xl, fig. 7), que Moquin-Tandon a baptisée *jaspidea* et que Mabille en 1867 (*Archiv. Mala-*

9. *Helix variabilis* Draparnaud, 1801, Tabl. Moll., p. 73.
— Dupuy, 1849, Hist. Moll., p. 294, pl. xiv [1].
10. *Helix galloprovincialis* Dupuy [2].
11. *Helix hydatina* Férussac [3].
12. *Helix hispida* Linné, 1758, Syst. nat., 10e édit., pl. i, p. 771.
— Draparnaud, 1805, Hist. Moll., p. 103, pl. vii, fig. 20-22 [4].
13. *Zonites obscuratus* Porro [5].
14. *Hyalinia Blauneri* Shuttleworth, 1846.
15. — Caziot, Moll. terr. Alpes-Maritimes, 1910, p. 35, pl. iv, fig. 33 et 39 [6].
16. *Zonites Lathyri* Mabille, 1869, *Arch. Malacol.*, p. 64 [7].
17. *Clausilia Küsteri*, *Clausilia adjacensis* Rossmässler, 1836, Iconog., IV, p. 13, pl. 8, fig. 254.
18. — — Shuttleworth, 1846, Moll. Corse *in Mittheil. Gesellsch. Bern.*, p. 10 [8].

col., I, fasc. II, p. 19 et supp[t]. Faune corse, fasc. 5, 1er février 1869, p. 79) a élevée au rang générique. Je l'ai baptisée *bonifaciensis* en 1897, dans mes Mollusques terrestres et fluviatiles de l'île de Corse (p. 221), parce qu'il existait déjà un *Helix jaspidea* du Pérou ayant pour auteur Pfeiffer, 1859 (*Proced. zool. Soc.* et *in Novitates conch.*, n° 251, p. 156, t. 41, fig. 1-7). La variété *jaspidea* de Moquin-Tandon est assez bien définie, toutefois il faut rapporter, à cette forme, non la figure 241 de Rossmässler, comme l'a fait cet auteur français, mais la figure 242.

1. Il faut sous-entendre ici : *Helix* du groupe *variabiliana* car l'*Helix* que Locard considère comme type de l'*Helix variabilis* et qu'il a représenté (fig. 287), dans ses coquilles de France, ne vit pas en Corse.

2. Locard donne comme synonyme à cette forme l'*Helix carthusiana* Draparnaud, 1805 (Hist. moll., p. 102 (et non 101), pl. vi, fig. 31-32). Dupuy (Hist. moll., janvier 1848, fasc. 2, p. 204) a donné le nom d'*Helix galloprovincialis* à l'*Helix carthusiana* Draparnaud (non Müller) que l'on confondait alors avec l'*Helix cantiana* Montagu, 1803 (Test. Brit., p. 422, pl. xiii, fig. 1 (*non pars auctor*), donc *H. carthusiana* Draparnaud est synonyme de *H. galloprovincialis* Dupuy (pl. ix, fig. 5) de l'Histoire des Mollusques de cet auteur.

3. C'est par erreur que Locard a écrit Férussac au lieu de Rossmässler (Iconog., II, fig. 529) pour l'auteur de cette espèce, c'est probablement celle que je désigne comme *Hyalinia pseudohydatina* dans ma Faune des Mollusques terrestres de Corse (Bourguignat, Aménités malacol., 1856, I, p. 189, figurée par Dupuy, 1849. Hist. Moll., p. 240, pl. xi, fig. 5).

4. Il est très curieux que Locard ait signalé cette espèce fossile en Corse. Je n'en ai jamais trouvé d'existantes actuellement. Elle vit pourtant en Sardaigne.

5. La *Zonites obscuratus* est de Issel (non Porro) (Moll. racc. nella provincia di Pisa. *Mem. Soc. ital. Sc. nat.*, vol. II, n° 1, p. 8). Il ne vit pas en Corse. On donnait autrefois ce nom à la *Hyalinia Blauneri* Shuttleworth, 1843 (*in Mitt. Gesells. Bern.*, p. 13). Locard doit avoir donné le nom d'*obscurata* à une autre espèce ; je ne sais pas laquelle.

6. J'ai trouvé cette *Hyalinia* sur de nombreux points en Corse.

7. C'est la *Hyalinia Lathyri* de ce même auteur. N'ayant jamais été représentée je l'ai figurée plus loin (fig. 2).

8. Évidemment Locard avait épousé l'idée de Moquin-Tandon (c'était d'ailleurs l'opinion générale à cette époque) et considérait, comme *Clausilia Küsteri*, la forme de Corse qui est *Clausilia Porroi* Pfeiffer, 1848 (Monog. Helic. vivant. II, p. 407, *in* Küster, t. 12), ou bien *Clausilia Meissneriane* Shuttleworth, 1843 (fig. 5-12. Moll. Corse, *in Mittheil. Gesells. Bern.*, p. 18). Ces deux espèces ont une très grande analogie.

L'énumération de cette faune est suivie des observations suivantes de M. Locard :

Ainsi qu'on a pu le voir, toutes les espèces se retrouvent de nos jours à l'état vivant. La brèche, jusqu'à présent du moins, n'a donné aucune forme spéciale qui, comme le *Lagomys*, soit éteinte à notre époque ; en revanche, plusieurs de ces espèces, si communes à l'état fossile, sont devenues beaucoup plus rares aujourd'hui. L'*Helix Brocardiana*, si abondante dans toutes les brèches, ne se trouve plus en Corse que dans les lieux frais et humides, au fond des ravins, encore ne la rencontre-t-on que rarement. Le même fait a lieu pour le *Zonites obscuratus* aujourd'hui relativement plus rare qu'à l'époque de la formation de la brèche. Ce fait de la disparition ou de la diminution du quantum en espèces est assurément digne de remarque : il nous prouve, en effet, qu'une modification importante a dû se produire dans les conditions nécessaires à la vitalité et au développement de ces espèces et qui, ne pouvant s'acclimater ou se transformer, tendent à disparaître de l'île.

Ce raisonnement serait juste si, comme le croyait le savant malacologiste, l'*Helix Brocardiana* était devenu rare, mais il n'en est rien, il est, au contraire, plus commun que l'*Helix Raspaili* type et, comme on ne connaît pas au juste l'*Hyalinia* que M. Locard a voulu désigner sous le nom d'*obscurata*, on est en droit de ne pas adopter la manière de voir de ce regretté savant, d'autant plus que toutes les espèces ne se retrouvent plus à l'état vivant, telle l'*Helix nuculoïdes*, dont je donne la description et la figuration.

M. Locard a tenté aussi de déterminer l'âge desdites brèches. Il a conclu qu'elles n'étaient pas de formation bien ancienne, a en juger par les coquilles terrestres qu'elles renferment, quoique le *Lagomys* soit considéré comme appartenant à la période glaciaire.

« L'homme, dit-il, a été contemporain, puisqu'on trouve, dans les débris, des preuves de son existence ».

Les découvertes qui ont été faites depuis l'époque où Locard a publié son travail, aussi bien dans l'île même de Corse que dans les grottes de Menton, portent à croire que les brèches de Bastia et celles qu'on trouve sur le littoral des Alpes-Maritimes, sont sensiblement du même âge, mais, avant d'exposer ces vues, je présente tout d'abord le tableau rectifié et complété des espèces trouvées dans lesdites brèches.

Genre *Hyalinia* Agassiz 1837 (*Nouv. Mém. Soc. helvet.*, I).
Hyalinia Blauneri Schuttleworth, 1843, *in Mitt. Gesells. Bern*, p. 13.

Hyalinia Blauneri Kobelt, 1879, *in* Rossmässler, Iconog., t. V p. 31, I, pl. clviii, fig. 1604.
— Caziot, 1910, Moll. terr. et fluv. de Monaco et du département des Alpes-Maritimes, pl. iv, fig. 33-39.
Hyalinia lathyri Mabille, 1869, *Arch. Malacol.*, p. 64 (fig. 2).
Hyalinia tropidophora Mabille, 1869, *Archives Malacolog.*, 4e fasc., p. 65.
— — Paulucci, 1882, Faune terr. et fluv. Sardaigne, p. 21, pl. i, fig. 5.
Hyalinia obscurata Kobelt. Cont. Rossmässler, 1879, Iconog., IV, p. 22, pl. clvi, fig. 1586.
Hyalinia pseudohydatina Bourguignat, 1856, Aménités malacol., I, p. 185.
— — Locard 1894, Coq. terr. France, p. 62, fig. 66-67.

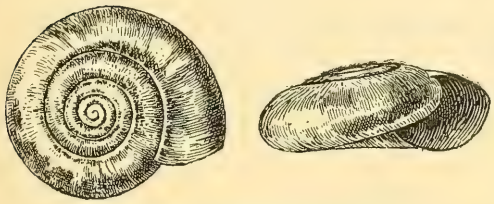


Fig. 2. — *Hyalinia lathyri* Mabille.

Fig. 3. — *Helix nuculoides* Caziot.

Genre *Helix* Linné 1758 (Syst. nat., éd. X, I, p. 758).

Helix aspersa Müller, 1774. Verm. hist., II, p. 59.
— Draparnaud, 1805. Hist. Moll., p. 89, pl. v, fig. 23.
Helix melanostoma Draparnaud, 1805. Hist. Moll., p. 91, pl. v, fig. 24.

Cette espèce a été signalée aussi en Corse par M. Debeaux. Dans la *Feuille des Jeunes Naturalistes*, 1907, n° 442, j'ai déjà fait remarquer qu'elle n'existe ni en Italie, ni en Sardaigne, ni en Corse.

Helix aperta Born, 1778. Index mus. Cœsar. Vindobon., p. 399.
— Dupuy, 1849. Hist. moll., p. 99, pl. ii, fig. 1.
Helix nuculoides Caziot (Debeaux) (fig. 3).

Coquille ovale, non ombiliquée, 4 tours 1/2 de spire à croissance vive, le premier et le deuxième tours presque plats, le troisième un peu convexe, le dernier très grand (les 2/3 de la hauteur totale) régulièrement convexe, s'infléchissant lentement et progressivement, sommet obtus ; suture linéaire au premier tour, ensuite marquée de plus en plus.

Ouverture oblique, oblongue (20 sur 15 mm.), bords non convergents, bord supérieur s'infléchissant sans remonter, l'extérieur régulièrement arqué, bord inférieur ovale, bord péristomal réfléchi, avec un callum bien net et peu épais. Péristome tranchant mais solide, non réfléchi.

Test sans trace de coloration, semblant strié, surtout dans le voisinage de la suture.

Haut. : 30 mm. Diam. : 28 mm.

L'*Helix nuculoides* diffère de l'*H. nucula* Parreys par sa forme ovale et élancée, ses dimensions plus fortes, sa spire plus élevée, le mode de développement de ses tours, la forme et la direction de son ouverture, etc.

Il diffère de l'*Helix aperta* Born par sa spire plus élancée, sa forme plus ovoïde, son dernier tour beaucoup moins renflé; son ouverture plus resserrée, moins ample, dès lors; l'avant-dernier tour est aussi relativement plus large.

Il diffère de l'*Helix Mazzulli* Jan[1] par sa hauteur de spire moindre; le développement plus rapide de ses tours, lesquels sont beaucoup moins convexes; sa suture plus profonde; son dernier tour moins globuleux, son ouverture non ronde et par des stries non réticulées.

Helix vermiculata Müller, 1774, *l. c.*, II, p. 20.
— Draparnaud, 1805, *l. c.*, p. 96, pl. vi, fig. 7-8.
Helix carthusiana Müller, 1774, *l. c.*, II, p. 151.
— — Draparnaud, 1805, *l. c.*, p. 102, pl. vi, fig. 31-32.
Helix Raspaili Payraudeau, 1826, Moll. Corse, p. 102, pl. v, fig. 7-8.
— — Bourguignat, Moll. nouv. litigieux, 1e centurie, mars 1863 à décembre 1868, pl. xliv, fig. 3.
Helix brocardiana Dutailly, 1867, Desc. quelques espèces nouvelles du groupe de l'*Helix Raspaili* Payraudeau.
— — Bourguignat. Mollusques nouv. litig. ou peu connus, 1e centurie, mars 1863 à décembre 1868, p. 299, pl. xliv, fig. 6.
— — Dutailly, var. *major* Caziot. Moll. Corse, 1902, p. 123.

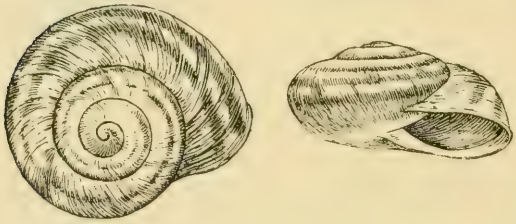


Fig. 4.
Helix Garciai
Hagenmüller.

Fig. 5.
Helix donata
Hagenmüller.

Helix venacensis Pollonera *in* Caziot. Moll. Corse, 1902, p. 142, pl. ii, fig. 2, 2a.
Helix insularis Crosse et Debeaux, *in Journal de Conchyl.*, vol. 17, janvier 1869, p. 51, pl. ii, fig. 3.
Helix Garciai Hagenmüller *in letteris*, 1887, Malacol. de la Corse et de la Sardaigne, 1888, p. 27 (fig. 4).
Helix donata Hagenmüller 1888, *l. c.*, p. 42 (*in schedis*, 1887).
C'est, en réalité, une variété à spire très élevée de l'*Helix brocardiana* (fig. 5).

1. *In* Rossmässler. Iconog. I, fig. 295-296 (*aspersa* aar.).

Helix leucozona Ziegler *in* Rossm., Iconog., II, fig. 434-436.

L'*Helix leucozana* ne vit plus en Corse ; il faut aller jusqu'en Carniole ou en Carinthie pour retrouver actuellement ce xerophile.

Helix hispida Linné, 1758. Syst. nat., 10e éd., pl. i, p. 771.
— — Draparnaud, 1805, *l. c.*, p. 103, pl. vii, fig. 20-22.
Helix apicina Lamarck, 1823. Anim. s. vert., VI, ii, p. 93.
— — Michaud, 1831, Comp. Hist. Moll., p. 33, pl. xv, fig. 9-10.
Helix variabilis Draparnaud, 1801, Tabl. Moll., p. 73.
— — Dupuy, 1849, Hist. Moll., p. 294, pl. xiv, fig. 2.

On ne trouve pas en Corse, ni à l'état fossile ni à l'état vivant, le type de Draparnaud figuré par Locard dans les coquilles de France (p. 218, fig. 287, 1894), mais une forme plus petite.

Genre *Clausilia* Draparnaud (Hist. Moll., 1805, p. 24, 29 et 68).

Clausilia Porroi ou *Meissneriana* Pfeiffer, 1848, Monog. Hel. viv., II, p. 407.
— — Shuttleworth, 1843, *l. c.*, p. 18.
— — Küster 1879. Syst. conch. cab. Gat. Clausilia, p. 107, n° 105, pl. xii, fig. 1-4.

N'ayant pas vu la *Clausilia* visée par Locard, je ne puis préciser à laquelle de ces deux formes il faut la rapporter.

Genre *Chondrulus* Beck (Index, 1837).

Chondrulus quadridens Müller, var. *lunatica* Crist. et Jan *in* Rossm. Iconog., fig. 307, 724 *a*, *b*.

Ce *Chondrulus* vit toujours en Corse.

Avant de conclure à quelle époque on doit rapporter la faune des Mollusques de ces brèches, je rappellerai que, d'après les études de mon savant ami Ferton[1], le massif corso-sarde s'est définitivement séparé du continent avant la grande époque glaciaire, c'est-à-dire avant le Pléistocène moyen.

Dans son travail sur les Vertébrés pléistocènes de l'île de Corse[2], M. Depéret avait déjà indiqué que la fragmentation de ce massif avait dû avoir lieu postérieurement à l'époque pliocène. L'étude de la flore, rapportée par le Dr Kobelt, d'après Engler[3], avait aussi conduit cet auteur à admettre que cette rupture avait eu lieu après le Pléistocène inférieur.

1. C. Ferton. Description de l'*Osmia corsica* n. sp. et observations sur la faune Corse. *Bull. Soc. entomol. France*, 1901, pp. 61-66.
2. Ch. Depéret. Étude de quelques gisements nouveaux de Vertébrés pléistocènes de l'île de Corse. *Ann. Soc. linn. Lyon*, 1898.
3. Dr Kobelt. Studien zur Zoogéographie, 2e vol. Die Fauna der meridionalen Subregion, 253. Wiesbaden, 1898.

M. Forsyth-Major[1] ne s'élève pas non plus contre l'hypothèse de Ferton, du rattachement de la Corse à la Provence et de sa rupture à l'époque précitée, mais il affirme, qu'à la même époque, la Corse et la Sardaigne ont été réunies au continent italien.

Les hypothèses de MM. Depéret, Ferton, Kobelt, Forsyth-Major n'ont rien de contradictoire. Il est tout à fait admissible que le massif corso-sarde ait été relié aux deux continents par deux grands ponts. L'existence des *Helix* du groupe *serpentina* trouve ainsi une explication rationnelle.

Dans ses résumés des études géologiques relatives aux grottes de Grimaldi, M. M. Boule, en 1906, s'est rangé aussi à l'avis de M. Forsyth-Major[2] pour l'époque de la séparation des îles avec le continent, c'est-à-dire avant le Pléistocène moyen ; cette date étant admise par tous les géologues et naturalistes, on est amené à penser qu'un grand mouvement négatif s'est produit pendant le Pliocène supérieur, probablement pendant la deuxième moitié. C'est à ce moment que certains Vertébrés ont pu circuler d'un continent à l'autre et sont venus s'échouer sur certains points qui sont devenus ensuite des îles.

A l'origine du Quaternaire[3], c'est-à-dire pendant l'époque chelléenne, après le *Pléistocène inférieur*, un grand mouvement positif eut lieu et rompit toutes les communications. La Corse, la Sardaigne, la Sicile et d'autres îles restèrent alors isolées.

C'est pendant le Pléistocène inférieur que le remplissage des cavernes eut lieu ; c'est le temps du creusement des vallées, des grands phénomènes de ruissellement C'est l'époque du dernier modelé de la topographie actuelle. Un autre mouvement négatif eut encore lieu, mais d'une amplitude moins grande que celui du Pliocène supérieur et, d'après l'interprétation des données paléontologiques, M. M. Boule croit que les communications avec le continent n'ont pas dû être ni aussi larges ni aussi nombreuses qu'on le suppose. Pour appuyer ce fait, ce savant géologue a établi la comparaison entre les faunes d'Afrique et celles d'Europe. « Elles sont — dit-il[4] — fort différentes dans l'ensemble. Il n'y

1. Forsyth-Major. L'origine della fauna delle nostre isole (*Atti Soc. tosc. Sc. nat., procès-verb.*, III, pp. 36, 113, 192). Die Tyrrhenis (*Kosmos*, VII, 1883, pp. 1-81). *Proc. zool. Soc. of. London*, 1901, p. 628 ; *Geog. Mag.*, oct.-nov. 1905, pp. 462-501.

2. C'est plutôt le commandant Ferton qui aurait dû être cité, car il avait fixé l'époque de la rupture de la Corse avec le continent, bien avant le savant naturaliste anglais.

3. Je rappellerai que le Quaternaire comprend les temps pléistocènes et les temps actuels.

4. M. Boule. Étude paléontologique et archéologique sur la station paléolithique du lac Karar, Algérie (*L'Anthropologie*, t. XI, 1908).

a qu'un petit nombre d'espèces communes et celles-ci sont parmi les plus anciennes. La faune quaternaire de l'Algérie a déjà son autonomie. Mais il y a des points de contact incontestables. L'homme paléolithique — conclut-il — est représenté en Algérie et en Europe par des produits industriels trop semblables pour ne pas avoir une origine commune [1] ».

Dans un travail particulier nous avons, M. Maury et moi, donné la liste de tous les Mollusques du Pléistocène de la Ligurie occidentale et du département des Alpes-Maritimes connus jusqu'à ce jour. Leur étude nous a conduits à considérer trois époques [2] différentes de dépôts. Le plus ancien succède presque immédiatement aux couches à *Strombus mediterraneus* Duclos (Illustr. Conchyl., genre Strombe, p. 29, fig. 4-5, 1843-47). Les coquilles qu'on y trouve accusent un climat chaud correspondant à un retrait de la mer et à l'établissement d'un régime pluvial. Plusieurs des espèces trouvées n'existent plus de nos jours.

Le dépôt à *Helix niciensis* [3] Férussac, à *Helix cespitum* [4] Draparnaud et à *Pupa similis* [5] Bruguière des environs de Monte-Carlo et de Villefranche-sur-Mer, qui lui succède, est moins ancien. Il se rapporte à un climat sec et moins chaud.

Enfin le troisième dépôt, qui doit dater soit du Pléistocène moyen soit du Pléistocène supérieur, ne renferme que des coquilles caractérisant un climat analogue à celui dont jouit actuellement la province lyonnaise par exemple, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer dans un travail antérieur [6].

Vers la fin du Pléistocène le régime des eaux est devenu sensiblement comme il l'est de nos jours et le climat est plus ou moins doux.

Les Mollusques trouvés dans le vallon de Toga ne fournissent

1. Les hypothèses de M. M. Boule ne s'appliquent qu'imparfaitement à la Corse et à la Sardaigne car les espèces africaines qu'on trouve dans les deux îles sont en quantité trop minimes pour qu'on puisse en conclure la liaison de ces deux îles avec l'Afrique. Les espèces qu'il vise sont les restes d'une faune méridionale qui a échappé à la destruction pendant l'époque glaciaire ; ce qui tend à prouver cette affirmation c'est l'absence complète, du moins jusqu'à ce jour, de l'homme paléolithique en Corse et en Sardaigne.

2. Caziot et Maury. Tableau récapitulatif et raisonné des Mollusques terrestres et fluviatiles du Pléistocène de la Ligurie occidentale et du département des Alpes-Maritimes. *Journal de Conchyliologie*, vol. LVII, 1909, p. 317.

3. *H. niciensis* Férussac, 1822. Tabl. syst., p. 36 ; espèce figurée seulement en 1826 par l'auteur *in*. Hist. Moll., pl. xxxix, fig. 1 et pl. xl, fig. 9.

4. *H. cespitum* Draparnaud, 1805, *l. c.*, p. 109, pl. vi, fig. 14-15.

5. *Pupa similis* Bruguière, 1789. Encycl. I, p. 365.

— — Locard, 1894. Coq. terr. France, p. 295, fig. 412-413.

6. Caziot. Faune malacologique du Pléistocène récent de Nice. *Annales Soc. linn. de Lyon*, 1905.

pas d'indications aussi précises, au point de vue du climat, que ceux qu'on trouve sur la Côte d'Azur.

Certaines espèces vivent aussi bien dans le Midi que dans le Nord de la France ; l'*Helix aperta*, et certaines Hélices du groupe de l'*Helix serpentina*, tendent seulement à prouver que la Corse a été reliée à la Provence et à l'Italie. Les Hélices du groupe *Raspaili*, dont on ne connaît aucun ancêtre fossile, et qui sont vraiment autochtones de la Corse, ne donnent pas d'indications précises. Ils vivent aussi bien dans le voisinage de la mer que sur les coteaux voisins. On les trouve au fond des ravins et sur le sommet des montagnes, depuis la cote 20 jusqu'à la cote 1800 à 2000 m. ; néanmoins, en établissant un parallèle entre la faune des Mollusques de Bastia et celle signalée sur la Riviera ; connaissant quels sont les phénomènes qui se sont produits pendant les temps pléistocènes — mouvements du sol et climatologie — on est conduit à admettre que les Mollusques de Toga, dont nous avons donné la liste, datent du Pléistocène moyen.

Les plis des environs du Redeyef (Sud-Tunisien)

(contribution a l'étude de l'Atlas saharien)

par **Henri Roux** [1].

SOMMAIRE : Introduction. — Première partie : Le pays des Oulad-Sidi-Abid. 1, *Le Djebel Onk* : pli en accent circonflexe. 2, *Le Triangle de Moularès* : aire de surélévation et d'inflexion ; distinction des plis principaux et secondaires. 3, *Les montagnes de Négrine* : faisceau de plis en coulisse. 4, *La chaîne du Tseldja* : chaîne complexe ; note sur un terme géographique arabe : *les Doukanes*. 5, *Les plaines intermédiaires* : dessin définitif et dates du plissement. 6, *Les eaux souterraines :* points d'émergence et origine. — Seconde partie : Les Transversales de l'Atlas saharien : 1, *Le Sud-Tunisien* : Dessin des plis en plan et en élévation. Transversales de ces guirlandes et alignements transversaux de points hauts de la Tunisie centrale. 2, *Le Sud-Algérien* : *a*) Massif de l'Aurès ; *b*) Monts de l'Amour et pays des Oulad-Naïl ; *c*) Monts des Ksours ; Les guirlandes et leurs transversales. — Conclusion.

Il y a deux parties bien différentes et assez indépendantes, dans cette note : la première est la monographie d'une *amygdale de plis*, réplique au pays de Gafsa de celles que M. Ritter [2] a décrites dans le Sud-Algérien ; la seconde partie réunit quelques remarques sur l'Atlas saharien, qui tendent à poursuivre dans ce long faisceau de plis *les alignements transversaux*, indiqués par M. Pervinquière [3] dans la Tunisie centrale.

I. — Le pays des Oulad Sidi Abid.

Lorsqu'on assemble les cartes [4] à 1/200 000 de Négrine et de Gafsa, un vaste parallélogramme arrête l'attention. Deux de ses côtés, sensiblement est-ouest, coïncident : l'un au Nord, avec cette ligne de hauteurs, à laquelle appartient le Djebel Onk, l'autre, au Sud, avec cette chaîne — en réalité *complexe* —, que Thomas [5] a dénommée *chaîne du Tseldja*. Le côté occidental est

1. Note présentée à la séance du 4 décembre 1911.

2. E. Ritter. Le Djebel Amour et les monts des Oulad Naïl. *Bulletin de la Carte géologique de l'Algérie*, 1901.

3. L. Pervinquière. Étude géologique de la Tunisie centrale, 1903 ; en particulier, p. 332.

4. Cartes à 1/200 000 de l'Algérie, n° 50 (Négrine) et de Tunisie (Reconnaissance), n° XVII (Gafsa) ; puis la carte à 1/100 000 de Tunisie : n° LIX (Bir el Ater), LX (Sidi Aïch), LXV (Metlaoui), LXVI (Gafsa).

5. Ph. Thomas. Essai d'une description géologique de la Tunisie, I, 1907, p. 61.

faiblement marqué par le seuil, qui sépare du Sahara la *plaine de Bir Soukiés* et que suit la courbe 200 entre Négrine et le Djebel Djermoune ; le côté oriental, au contraire, est vigoureusement marqué par la haute crête des monts Ben Younès, Bou-Ramli, Zrega. Ajoute-t-on aux angles obtus de ce quadrilatère, deux massifs d'une composition analogue — le *triangle de Moularès* au Nord-Est et les *montagnes de Négrine* au Sud-Ouest —, observe-t-on le partage des plaines intermédiaires en deux triangles symétriques — la *plaine de Bir Soukiès* au Nord-Ouest et la *plaine du Tabeditt* au Sud-Est —, et voilà toute l'orographie du pays rattachée à ce parallélogramme.

Cette figure géographique curieuse correspond à un schéma tectonique simple. Voilà le fait que je veux dégager de mes notes de route, et c'est dans cette pensée que j'entreprends l'explication de la carte géologique jointe à cette étude [1] ; limitée d'ailleurs au cercle de mes promenades autour de Redeyef, celle-ci embrasse seulement la zone médiane de ce périmètre : les territoires de parcours des Oulad Sidi Abid [2]. J'ai distingué là les régions naturelles suivantes (fig. 2).

1. — Le Djebel Onk.

Dans sa partie orientale, il faut discerner deux plis : *a*) au Nord, un *anticlinal principal* (monts : Feggous, Tefaya, Fourris, Annk) (3) [3] ; *b*) au Sud, un *anticlinal secondaire*, celui du Bled Djemidjema (4). L'axe du premier est nettement marqué à la surface dénudée des calcaires du Maëstrichtien supérieur (P) ; même en un point, les marnes de la base de cet étage (Q) se montrent dans une diaclase axiale derrière le roc vertical du Mergueb-et-Teïr ; vers ses extrémités, cet axe s'incurve vers le Nord et en même temps s'abaisse. Le second lui est parallèle ; mais, moins long, il donne naissance à un petit dôme éocène inférieur (L) [4].

1. La stratigraphie de cette région, établie par Thomas, a été poursuivie par M. Bursaux, directeur des exploitations de la Compagnie de Gafsa ; pour la tectonique, j'ai eu entre les mains une carte sommaire et une note d'hydrologie, œuvres singulièrement lumineuses de M. Prost, premier directeur général de la Compagnie de Gafsa.

2. Dans ce domaine, la constance des faciès étant absolue aux divers niveaux, ma précédente note (*B. S. G. F.*, 1910, (4e), X, p. 646 : H. Douvillé et H. Roux, géologie des environs de Redeyef) servira de légende à cette carte : les lettres entre parenthèses dans le présent texte ont la même signification.

3. Les nombres entre parenthèses sont des numéros d'ordre des anticlinaux : les nombres italiques désignent des plis secondaires (voir : fig. 1, 2, 4 et tableau).

4. Gîte de phosphate d'une singulière puissance : 20 à 30 m. en une seule couche, résultat de l'épaississement et de la réunion des deux couches p_1 et p_2 (M) (voir ma note de 1910 ; fig. 4. Voir : Roussel. *CR. Ac. Sc.*, 26 sept. 1910).

A l'Ouest, le pli principal, après un *point bas* (Aïne el Annk), se relève en s'infléchissant vers le Sud (Djebel Zenad, Djebel Oum el Kemaken) ; cette branche est *relayée* au Nord-Ouest par l'anticlinal parallèle du Djebel el Abiod ; à l'Est le pli se perd sous le Miocène de la vallée transversale de l'Oued Oum el Ksob : ainsi ce pli complet du Djebel Onk (3) dessine en plan un *accent circonflexe*, dont le *point anguleux* est un *point bas*. Cette disposition a valu à cette chaîne son nom : Djebel Onk, la montagne du col.

2. — Le Triangle de Moularès.

Je désigne ainsi la région, dont les angles sont : le Djebel Zrega au Nord, le Djebel Fedj en Nahla au Sud-Ouest et le Djebel Bellil au Sud-Est. Le côté méridional de ce triangle suit à peu près la direction du plissement; les deux autres la coupent obliquement.

C'est à la juxtaposition de quatre anticlinaux principaux et de trois anticlinaux secondaires, que ce massif montagneux doit son existence et sa configuration. Voici ces plis :

a) Le Djebel Zrega appartient à un long anticlinal (5) qui débute près de Négrine (Djebel Majour) et se poursuit ennoyé sous la plaine miocène de Bir Soukiès : il est pour ce pli un *point haut* et un *point d'inflexion*. La surrection de l'anticlinal est annoncée à l'Ouest par une curieuse auréole d'Éocène inférieur (L, M, N) émergeant à peine du Miocène, nettement transgressif, mais à peine discordant (Bled el Hadba). Plus à l'Est, les calcaires du Maëstrichtien supérieur (P) forment un *périclinal* très raide : ils sont, au Nord (Aïne Serraguia), redressés jusqu'à la verticale, et les argiles rouges du Pliocène (F) y viennent buter contre eux avec un très léger pendage vers le Sud.

Le Djebel Zrega est un dôme qu'une érosion très ancienne a évidé en *cratère*. Le centre en est marqué par un bombement campanien (S) ; la ceinture des calcaires maëstrichtiens (P) est incomplète : elle s'ouvre largement vers l'Est et, à peine l'axe du pli s'abaisse-t-il dans cette direction, qu'on le perd sous les argiles miopliocènes (E, F), leur transgression recouvrant en ce point les marnes de la base du Maëstrichtien (R).

b) La carte en dit assez sur le pli du Djenane Khrerouf (7), qui reproduit le dessin du précédent : à noter cependant qu'à l'extrémité orientale du pli, c'est le contact du Turonien (V) et des argiles rouges miocènes (E, F), qui s'observe cette fois.

c) L'axe du Demrhaïa (9) nous offre une ondulation longitudinale de plus : il débute en effet à l'Ouest par un dôme supplémentaire. Comme au Djebel Zrega, nous avons là à l'Ouest d'un

noyau campanien (Aïne Mrata) un *périclinal* maëstrichtien (Djebel Fedj en Nahla), que borde, le long de l'Oued Fried, un affleurement limité de Danien et d'Éocène inférieur (N,O) ; mais ici la ceinture du Maëstrichtien est également continue à l'Est du cratère d'érosion. Dans cette direction, après *un point d'ennoyage* (Oued Resfa), l'axe du pli se relève définitivement avec une allure parallèle à celle des deux anticlinaux précédents (périclinaux maëstrichtiens et campaniens de l'*argoub* Demrhaïa et de la *doukane* el Hadj) ; finalement l'anticlinal se perd dans la plaine d'érosion, qui marque au Nord du Djebel Bellil, la pénétration du Miocène dans le massif de Moularès (Kef el Rhorra).

d) Le dernier anticlinal principal de cette région naturelle est, au Sud, celui du Djebel Mekta Nemri (17), que nous suivrons vers l'Ouest dans la chaîne du Tseldja et les montagnes de Négrine.

Pour l'instant, son point initial sera marqué par le *périclinal* éocène inférieur de Moularès (L). A l'Est, son axe s'élève constamment : après avoir traversé le cirque d'érosion de la *doukane* Chenoufia, il passe au Sud du Djebel Bellil : la zone méridionale de cette montagne forme en effet le pendage nord de l'anticlinal ; le pendage sud — effondré ou simplement enseveli — a pour témoins quelques petites *Koudiat*[1] isolées dans la plaine quaternaire du Bled Daouara. L'axe tourne[2] ensuite de 60° environ vers le Sud, avant d'aborder la pointe nord-ouest du Djebel Bou-Ramli et d'en suivre la ligne de faîte : cette montagne est le point haut de ce pli (1156 m.).

Voilà les quatre anticlinaux principaux ; voici maintenant les trois anticlinaux secondaires, que j'annonçais plus haut :

e) Le pli des monts Mrata et Bou Dinar (*11*) débute au Sud du périclinal du Fedj en Nahla (cote 578)[3] et s'épanouit un instant au Djebel Mrata (cotes 948 et 839) ; puis, après un *point d'ennoyage* à la tête de l'Oued Aachena (cote 668), il se renverse en *pli couché* vers le Sud (cotes 760 et 677). Il se redresse pour finir vers le sommet du Bou Dinar (cote 798).

f) Plus court, le pli du Sif el Leham (*13*) débute à un km. en avant du Fourm Mrata : après un *point haut* (cote 792) son axe s'abaisse à l'Oued Aachena en un *périclinal* éocène inférieur (L), très serré ; mais on peut le poursuivre dans les sables et marnes

1. En arabe : colline conique (voir : carte n° LX).

2. Au Nord-Est de cet arc, concave vers le Sud-Ouest, des plis secondaires, créés par la *torsion* du pli principal, se voient dans la coupe de l'Oued en Nebech, vers la source d'El Aksaf (voir : fig. 4).

3. Voir : carte à 1/100 000 de Tunisie, n° LIX (Bir-el-Ater) et LXV (Metlaoui).

de la base du Miocène (H) : il finit *sous* le pli précédent (*11*), au point où ce dernier commence à se renverser, à 1500 m. au Nord d'*Henchir* Gueriane.

C'est la *compression*, née entre les *anticlinaux principaux* du Demrhaïa (9) et du Mekta-Nemri (17), qui a produit ces *anticlinaux secondaires*. Nous rencontrerons d'autres plis de ce type : pli du Safiet el Louk (*6*) et pli d'el Ardhia (*12*) dans les montagnes de Négrine, pli du Zerf (21) dans la chaîne du Tseldja ; je rangerai également dans cette classe le pli du Djemidjema (*4*) compris entre les arcs opposés du Djebel Onk (3) et du Djebel Zrega (5) (voir fig. 4).

g) Le Djebel Merfeg et Tarf (*18*) reproduit par rapport au Mekta Nemri (17) le dessin du pli, qui marque le début de l'anticlinal du Mrata et du Bou Dinar (*11*) au Sud du Fedj en Nahla (9).

Ces plis secondaires très courts soulignant, pour ainsi dire, *le pendage SW. des grands périclinaux* sont communs dans la contrée ; la chaîne du Tseldja en offre trois exemples : anticlinal du Bou Gda (*15*), anticlinaux de l'Aïne Morchane (*20*), de l'Aïne el Hanèche (*20 bis*), et de l'*Henchir* Zegdoude (*20 ter*), anticlinal de l'Oum el Krecheb (*23*), ainsi *accolés* respectivement au Djebel Bliji (14), au Djebel Alima (19) et au Djebel Stah (22) ; cette classe d'anticlinaux secondaires résulterait d'un *refoulement* identique des divers anticlinaux principaux, qu'ils escortent.

Si l'on a suivi cette description sur la carte et sur mes coupes d'ensemble (fig. 1 et 2), ces quelques remarques expliquent déjà le partage que j'ai établi entre les plis des environs du Redeyef :

A) *Les anticlinaux principaux sont des plis déversés, mais leur profil est mou ; leur amplitude transversale et leur continuité longitudinale sont considérables.*

B) *Les anticlinaux secondaires sont de petits plis droits et raides ; ils sont courts.*

Les premiers sont l'expression du plissement régional ; les seconds traduisent les maxima locaux de la pression tangentielle.

3. — Les montagnes de Négrine.

Ainsi le triangle de Moularès est une *aire de surélévation* et *d'inflexion* du plissement ; les montagnes de Négrine sont un faisceau de *plis en coulisse*, composé de trois anticlinaux principaux (5, 8 et 14) et d'un secondaire (*6*) : la carte topographique le laisse deviner, la carte géologique le confirme. Elle ajoute ce fait : tous ces anticlinaux parallèles se terminent à l'Ouest par

1. L. Joleaud. *B. S. G. F.*, (4), VII, p. 263.

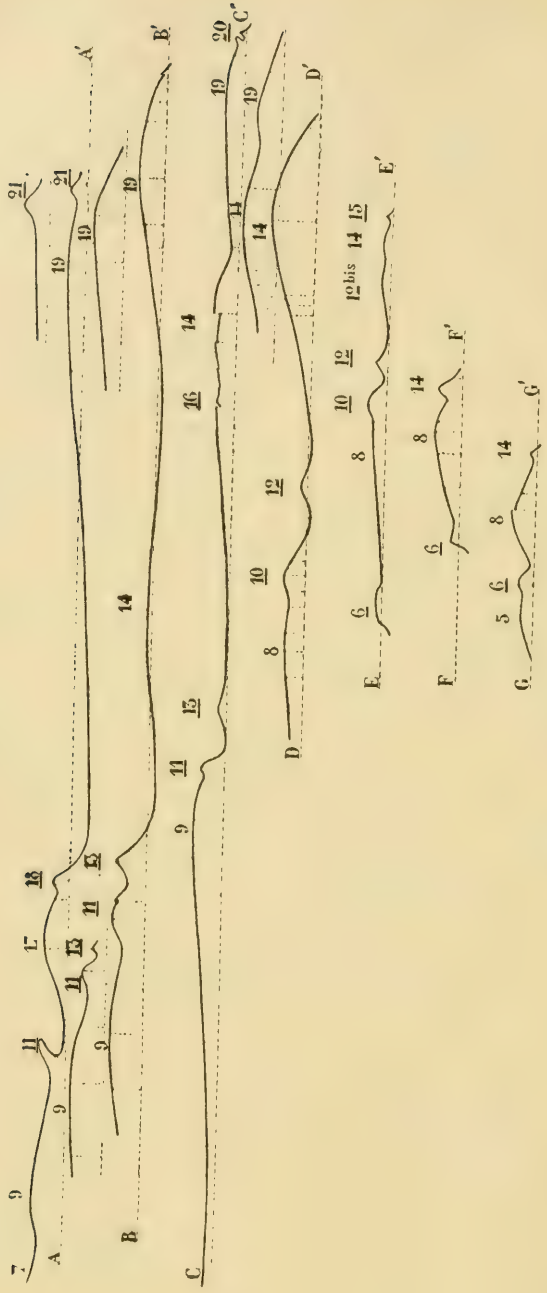


Fig. 1. — Coupes tectoniques. — 1/200 000.

Le niveau géologique seul figuré dans ces coupes est le niveau terminal du Mæstrichtien (P). L'échelle des hauteurs est la même que celle des longueurs. Les nombres inscrits sur ces coupes sont les numéros d'ordre des anticlinaux. Les coupes sont amorcées par des lettres correspondantes en marge de la figure 2.

un *point haut* : Djebel Majour (L), Safiet el Louk (P), Kebouda (P), Zenndguig (S). Voilà un *alignement transversal* ; en approchant de cette ligne, les synclinaux ont aussi un point haut (Djebel el Zazar, Chabet Zitoune, Selkr el Begra), puis s'abaissent vers le désert « par une courbe convexe vers le ciel »[1]. Ceci rend témoignage aux remarques de Ritter sur la naissance de pareils synclinaux.

Ce n'est peut-être pas là cependant une véritable ligne de naissance du plissement : sous la plaine des chotts, ces plis se poursuivraient, atténués et ensevelis, à la façon dont le *Drâ* du Djerid (1) continue la chaîne du Cherb (26). Ce qui frappe surtout au voisinage de cette transversale — *la transversale de Négrine* — c'est que les plis se serrent, s'incurvent, se surélèvent ; et ce n'est pas là, semble-t-il, l'allure d'anticlinaux embryonnaires.

Considérés d'un autre point de vue, les montagnes de Négrine sont *le fermoir d'un éventail de plis* : c'est l'impression que l'on a du Djebel Manndra à regarder diverger vers l'Est les deux anticlinaux principaux du Bled er Rmitta (8) et des monts Zenndguig-Bliji (14), serrant entre eux deux plis secondaires constituant vers *Tamerza* le pli du Djebel Msilikr (*10*) et celui d'el Ardhia (12) ; la carte géologique complète cette figure en permettant de suivre au Nord (*Chebket* el Guerouïa, *Chebket* Sefra, *Argoub* en Nasia) le pli, qui relie le Djebel Majour au Djebel Zrega (5) et fait naître par *compression* le pli secondaire du Safiet el Louk et du Rihane (6).

Il y a d'autres relations de continuité entre les montagnes de Négrine et le triangle de Moularès ; pour le moment, voici deux observations particulières au sujet de ces massifs :

a) Dans le Sud-Tunisien généralement, les pendages nord des plis principaux sont doux, les pendages sud raides, de sorte que les couches se raccordent à angle droit au fond des synclinaux (Zarif el Ouar) : cela, par suite de la pente générale du pays des Hauts-Plateaux vers le Sahara[2].

Mais après un synclinal de profondeur anormale, le pendage nord de l'anticlinal suivant se redressera, parfois jusqu'à la verticale. J'ai déjà cité à ce sujet les calcaires maëstrichtiens de l'Aïne Serraguia ; j'en rapprocherai les *Siouf*[3] de calcaires et de gypse (L, K, J), verticaux sur une longueur de 6 km. au Nord du pli du Rihane (*6*) (Oued Hassi el Kerma, Oued el Karitt).

1. E. Ritter. *Op. cit.*, p. 75, p. 91 et suiv.
2. E. Ritter. *Op. cit.*, p. 12, p. 67, § 8.
3. Pluriel de Sif = crête rocheuse comparable à une lame de sabre (Ex : Sif el Leham = le couteau à viande).

b) En second lieu, les monts : Zrega, Djellabia, Bou Ramli déterminent un *alignement transversal de points hauts* sensiblement parallèle à celui des montagnes de Négrine. C'est un fait curieux, qu'ici et là les points hauts se rangent en progression ascendante du NW. au SE. : Campanien du Zrega, Turonien du Djellabia et du Bellil, Aptien du Bou-Ramli, Néocomien du Ben-Younès (5, 7, 9, 17 et 22) d'une part ; Eocène inférieur du Madjour, Maëstrichtien du Safiet el Louk et du Kebouda, Campanien et Santonien du Zenndguig (5, *6*, 8 et 14).

4. — La chaine du Tseldja.

a) Cet anticlinal du Zenndguig (14), se développant brusquement après un *point bas* (Foum el Kranga), forme le premier élément de la chaîne du Tseldja. Du *Kanguet* de Tamerza aux ruines d'*Henchir* Zellès, l'axe de ce pli dessine un grand arc convexe vers le S. et passe par un *point haut* accentué par un grand cirque d'érosion, dont je reparlerai ; ces deux extrémités, où le pli principal s'abaisse et s'infléchit, sont soulignées au N. par deux rides annexes : l'anticlinal du Fedj Ali Aoua (*12 bis*) au S. de Tamerza, celui de l'Oued el Arg el Asfer (*16*) au N. du Redeyef, à ranger dans une troisième classe d'anticlinaux secondaires, indices des *torsions* du plissement. Au SE. du point haut, le pli secondaire du Bou-Gda (*15*) est attribuable au *refoulement* ; il se peut que la faille, qui limite au N. le Djebel Redeyef, masque un pli secondaire [1], comparable au pli d'el Ardhia (*12*) : un anticlinal secondaire de *compression*.

b) Le village du *Redeyef* [2] est dans un synclinal, qui vers le SW. se termine dans le ravin de l'Oued Zoubia [3] : en ce point, s'observe, avec une admirable netteté, la *virgation* sur l'anticlinal précédent du second élément de la chaîne du Tseldja : l'anticlinal de l'Alima (19).

Le Djebel Chouabbine en marque le début agrémenté d'un *point haut* (bombement campanien de la *Doukane* Hamda) ; les *doukanes* Aïoune Ameur et Zimra correspondent à un *point bas* ;

1. En ce point où la carte à 1/100 000 indique un cimetière arabe (Radj el Redeyef).

2. *Redeyef* vient du même radical que Redif (réserviste) ; le caïd de Gafsa Si Ahmed Longo attribuait cette dénomination au fait suivant : pour un voyageur allant, au Nord de la chaîne, de Ras el Aïoune à Tamerza, le Djebel Redeyef semble venir remplacer (*relayer*) le Djebel Alima.

3. Rass Mdella — de la carte à 1/100 000 : cette jolie dénomination arabe donnée à cette terminaison du synclinal veut dire : « la tête (coiffée) du grand chapeau de paille » ; cette image rend bien l'aspect que Ritter a caractérisé d'autre part en comparant les couches auréolant le synclinal d'Aflou, près du Djebel Gourou, aux « pétales d'une rose épanouie » (voir : *op. cit.*, p. 63).

le pli se relève et s'épanouit ensuite (*Doukane* Djefara, *Henchri* Ras Alima); enfin l'axe s'abaisse définitivement, en s'incurvant vers le Nord (Aïne el Kemmour). Ce profil en long reproduit rigoureusement celui de l'anticlinal précédent, pris dans son ensemble (14) : le col du Zimra correspondant au Kanguet de Tamerza ; les trois plis de *refoulement* (*20*, *20 bis*, *20 ter*)[1] signalés au SW. de l'Alima correspondant au Bou Gda (*15*).

c) Vient ensuite, — toujours oblique sur la direction générale de la chaîne du Tseldja, — le pli du Zerf (*21*) : cette belle montagne, qui ferme au couchant l'horizon de *Metlaoui*, est un pli secondaire, comme le montrent son profil en travers[2] et sa position relative[3].

d) L'axe de l'anticlinal principal suivant (22) est accidenté par un curieux *point de torsion*, entre le Djebel Stah et le Djebel el Ali, tous les deux formés par les calcaires maëstrichtiens (P) : la carte à 1/100 000 met en évidence la curieuse *ligne de striction*, qui vient couper leur surface structurale (*Chabet* el Mouidjène, *Chabet* el Akra) en ce point.

A l'Ouest la surrection du Djebel Metlaoui a *refoulé* au Sud-Ouest le pli secondaire du Djebel Oum el Krecheb (*23*).

A l'E. le pli principal (22) s'incurve vers le Sud[4] (Djebel Biadatt, Djebel Ben Younès) suivant un dessin, qui rappelle singulièrement les *inflexions* du triangle de Moularès.

J'ai fait passer là la *transversale de Gafsa* ; ce lieu géométrique de points d'inflexion aboutit, au coin NW. de ma carte, à Aïne el Annk ; avec la *transversale de Négrine*, elle délimite une *bande transversale*, équivalent tectonique du parallélogramme défini au début. On aperçoit déjà que, limités à ces deux *transversales*, les anticlinaux se résolvent en arcs tous concaves vers le Nord et que *la direction moyenne de ces plis est la petite diagonale de ce parallélogramme* : *E. N. E.*

Telles sont les montagnes du pays des Oulad Sidi Abid. J'y noterai, pour finir, quelques termes géographiques arabes.

Dans les descriptions précédentes, le mot *Doukane*[5] est revenu

1. Voir fig. 2, coupe CC'.
2. Pendage nord très raide au N. du signal du Tseldja (704) (voir fig. 2, coupe AA' et précédente).
3. Entre les anticlinaux principaux de l'Alima et du Metlaoui (voir fig. 4).
4. L'Henchir er Rehila, Aïn Cherchara, les Kef Hadjret Mechgouga et Kef Djenah du Djebel Guetar jalonnent un synclinal, qui sépare en ce point les courbes opposées des anticlinaux 17 et 22. Le premier à l'extrémité SE. du Bou-Ramli s'infléchit vers l'E. en même temps qu'il s'ennoye : la colline d'El Mekta, sur la rive gauche de l'Oued Sefioune, appartient à son pendage nord (carte n° LX et LXVI).
5. Ce mot arabe — entre autres sens — désigne dans les Souk les petites boutiques rectangulaires, ouvertes sur la rue. Ces grands cirques, ouverts sur le Sahara, leur ressemblent.

plusieurs fois désigner un *cratère d'érosion*. Allongés[1] suivant l'axe de l'anticlinal, ces cirques sont dominés au Nord par des *Kef* et séparés de la plaine méridionale par des *Siouf*, qui correspondent aux deux pendages diversement inclinés des couches[2] ; sur ces deux versants des *combes* manifestent les étages marneux interstratifiés entre les calcaires résistants[3]: elles portent le nom de *Tébaga*[4]. A l'Ouest et à l'Est, à la limite de la *Doukane*, les couches se rejoignent comme les lèvres d'une blessure en boutonnière; la voûte de l'anticlinal, redevenue complète, offre un passage plus aisé de la plaine du Sud au plateau du Nord : ces points sont ici dénommés *Argoub*[5].

Certes l'approfondissement séculaire des ravins[6] a créé ces grands cirques ; mais une prédisposition tectonique les a déterminés : la position des *Doukanes* aux *points hauts* en est la preuve. C'est que les failles radiales[7] ou périphériques[8], les diaclases axiales[9] ont dû être singulièrement favorables au travail postérieur de l'ablation, précisément en ces points-là.

Au reste les Doukanes ne marquent en ce pays que le premier stade de l'ablation : les anticlinaux sont ici à peine attaqués [10]. Le stade suivant est offert par la région de Chéria et Kenchela, où les Doukanes ont élargi leurs plaies sans mesure[11], où de vrais

1. Doukane du Zenndguig et du Bliji, Doukane Aïoune Aameur, Doukane Djefara, Doukane du Zerf.

2. Comme le font les *ruz* pour les *crêts* du Jura, d'innombrables ravins découpent les bancs résistants en *tables* triangulaires, plus ou moins inclinées, qui donnent à certains versants une physionomie si caractéristique : comparer le N. de l'Alima (carte à 1/100 000, n° LXV) à cette chaîne du Sud-Oranais, si bien nommée Bezazil el Kelba (= tétines de chienne. Voir Gautier : Sahara Algérien. pl. xxiv, p. 144).

3. Voir ma coupe de 1910 (fig. 2).

4. Ce mot désigne en arabe le plateau circulaire à petit rebord, sur lequel les marchands ambulants étalent des fruits, des sucreries : chacune de ces vallées a ainsi son rebord au S. ; l'arc du Djebel Tebaga (28) au S. du chott Fedjedj en est l'image la plus parfaite.

5. Argoub = montée. Ex. : A. el Forjani (Montagnes de Négrine), A en Nouazi (chaîne du Tseldja), A. ed Demrhaïa (triangle de Moularès) ; cf. Pervinquière, *loc.cit.*, p. 12. (Radical : Rkeb = l'étrier).

6. Chabet er Roumane, Doukane Zimra (carte à 1/100 000, n° LXV).

7. Au Nord du Djebel Bab Abdallah (Sud de Tamerza, carte à 1/100 000, n° LXV), à comparer aux failles du Nord-Ouest de l'Alima (Henehir Zemah, même carte) et au Nord-Ouest du Sehib (Djellabia es Sahela, Chebket el Mzinnda, Ras Oued el Hamadja ; carte à 1/100 000, n° LXVI).

8. Nord du Bliji (carte LXV).

9. Mergueb et Tir (3), Mrata, (*11*) Zenndguig (14).

10. Le Rass Mdella, près du Redeyef, est pourtant un *synclinal perché* en formation : les arabes ne s'y sont pas trompés en baptisant l'Oued Dakhla (voir Gautier. *La Géographie*, 15 fév. 1910. Les Hauts Plateaux algériens, p. 97).

11. Voir : Blayac. *Ann. de Géographie*, 15 mars 1899, p. 141. Le pays des Nemenchas, et la carte à 1/200 000 d'Algérie, n° 39 (Chéria) : cirques d'Aïne Guerra, Aïne Guibeur, Aïne Telidjène.

synclinaux perchés apparaissent[1]. Le stade final est l'*inversion* complète du relief : pays des *Kalaat* de la Tunisie centrale[2], monts des *Ksour* du Sud-Algérien[3].

5. — Les plaines intermédiaires.

Elles me semblent intéressantes pour les trois motifs suivants : — *a*) elles ne sont pas, comme d'autres plaines du Sud-Tunisien, de simples vallées synclinales ; des anticlinaux ennoyés les traversent de biais : elles permettent donc de raccorder les massifs montagneux et d'établir la véritable allure du plissement. — *b*) Elles sont miocènes et leur examen permet de dater deux périodes de plissement : l'une anté-, l'autre post-miocène. — *c*) Elles offrent de rares témoins de Quaternaire ancien, preuves d'une dernière révolution du régime hydrologique, et indices de mouvements tectoniques d'une époque récente.

Voici quelques détails :

a) Les plis ennoyés. — En notant les pendages des argiles rouges miopliocènes (E, F) entre Midès et Bir Soukiès, entre le Mrata et Bir el Ater, nous avons été conduits à réunir le Madjour au Zrega (5) ; je pense que le pli du Bled er Rmitta (8) et le pli du Fedj en Nahla (7) se rejoignent de même : si les atterrissements récents de l'Oued Fried masquent le Crétacé et l'Éocène à ce passage, la similitude des profils en travers[4] des anticlinaux, la continuité des synclinaux qui encadrent ces plis, le système des failles du Djebel Zeguelem me confirment l'existence en ce point d'une *torsion* analogue à celle que je signalais plus haut entre les monts El Ali et Stah (22).

Par contre, le raccord des plis du Bliji (14) et du Mekta Nemri (17) est d'une grande netteté : les crêtes du Fedjoudj (à partir de Sidi Mansour), du Mira Halk Zellès, de la *Chebket* el Marsa sont un périclinal miocène parfait, auréolant un périclinal éocène incomplet ; un périclinal miocène opposé (El Kerkera, Chebket es Sefra) entoure de même le périclinal éocène du Mekta Nemri (L) ; et ces deux périclinaux miocènes se soudant, l'un à l'autre, forment une selle, qui est *point bas* et *point de torsion* du pli complet (14 + 17) : celui-ci, du Zenndguig au Bou Ramli, dessine donc en plan un grand « S » couché vers l'Est, très analogue au tracé Madjour Zrega (5) ; tandis qu'en élévation, c'est,

1. Djebel. Djahfa (= le mont au palanquin de chameau) : même carte, n° 39.
2. Voir : cartes à 1/100 000 de Tunisie, n° XXVIII (Dj. Harraba), XXIX (Ksour), XXXIV (Kalaat es Snam), XXXV (Thala).
3. Voir entre autres : Capitaine Gendre. *Revue tunisienne*, janvier 1910, p. 18.
4. Voir fig. 1, comparer la coupe CC' (plis 9 et *11*) à la coupe DD' (plis 8 et *10*).

à la manière du pli Rmitta-Demrhaïa (8 + 9), un chapelet de dômes, une série de ganglions dans le repli d'une membrane.

b) Le Miocène[1]. — Deux divisions dans cet étage : à la base, des dépôts fluviatiles siliceux, venus du continent saharien[2] ; en haut, des formations continentales argileuses, couronnées de cailloutis et provenant au contraire du Nord[3]. Le ruissellement met singulièrement en évidence dans la topographie ces deux faciès : où le premier affleure, des oueds peu nombreux, presque rectilignes, dans des steppes uniformes (*Koudiat* Drioua, el Bahira) ; où c'est le second, des réseaux de petits ravins sinueux (*chebket*)[4].

Chacun de ces sous-étages a un intérêt tectonique.

1) Et d'abord, du Turonien (V) à l'Éocène moyen (J) inclus,

1. Sauf de véritables chaînes de dunes sahariennes au Sud de Négrine, quelques dunes isolées amassées en face des cols par les courants aériens du S. (Zarif el Sahel, Zarif el Ouar, Bir Khanfous) ou formées aux dépens du lit sablonneux d'un grand oued (Oued Fried), sauf quelques lambeaux témoins des cailloutis quaternaires anciens, c'est le Miocène qui affleure partout, formant non pas le sous-sol, mais le sol même des plaines : car la végétation désertique n'altère que faiblement les affleurements sans cesse décapés par les agents atmosphériques... Il n'en a pas été toujours ainsi : dans les dépôts meubles argilo-sableux du Quaternaire récent (C), qui existent à de rares endroits, une couche noire d'un véritable humus fossile (*Helix melanostoma*) s'interstratifie à Redeyef : ce témoin de la végétation plus abondante du Néolithique ou bien des cultures historiques justifie localement le mot du grand archéologue Tissot : « La terre elle-même a péri. » Ceci d'ailleurs ne peut détruire les espérances fondées dans les plantations d'olivier et le dry-farming : car le climat du moins a peu varié sans doute depuis les temps historiques (Tissot, Géographie comparée de la Province-Romaine d'Afrique, II, p. 613 ; P. Bourde, Rapport sur la culture fruitière et en particulier la culture de l'olivier dans le centre de la Tunisie, p. 4).

2. La faune de ces dépôts est celle des sables du Djerid (Boule : *B. S. G. F.*, X, 21 mars 1910) avec cette différence que les os et dents d'animaux sont plus rares, les arbres silicifiés, au contraire, plus abondants qu'à Tozeur : on est ici plus éloigné du rivage miocène que dans le Sud. Les sables (H) montrent la fausse stratification due aux courants rapides. Par place les marnes (G, F_2) prennent dans cette formation d'estuaire une importance prédominante : gîtes d'*Ostrea gingensis* près d'Henchir Souatir (v. ma note de 1910), au Djebel Ank au SE. de Gafsa (carte à 1/100 000, LXVII) et à Feriana (Thomas, Description de quelques fossiles nouveaux et critiques. Expl. de la Tunisie, 1893, p. 18).

Je dois au Dr Gobert un petit galet siliceux des sables miocènes (H) de Nefta, qui offre de bonnes coupes d'un Polypier paléozoïque (*Tetracoralla*), provenant donc des terrains primaires sahariens (Collection de l'École des Mines).

3. Ce sous-étage (E, F) n'offre comme fossile que l'*Helix Tissoti*, qui a été trouvé à Metlaoui, à Tamerza, et à Négrine. Les niveaux supérieurs (E) renferment à Henchir Zellès et à Fedj en Nahla des *galets à Nummulites*, alors que ces fossiles n'ont jamais été rencontrés en place dans cette région (Coquand, Géologie et Paléontologie de la région sud de la province de Constantine, 1862, p. 69 et 70 : galets à Nummulites du Dj. Bourzel près el Outaïa, p. 117. Absence de l'étage parisien au Mahmel ; p. 159 et 161, poudingues pliocènes de Biskra).

Ces poudingues supérieurs (E) témoignent, que, par suite de l'évolution du plissement, le relief en érosion (au N. ou au NW.) est alors plus près du pays que nous étudions : ces dépôts grossiers (E) recouvrent des atterrissements argileux de chott (F_1). Ces cailloutis ont des éléments gaiseux.

4. En arabe, Chebket = réseau (Gautier, Sahara Algérien, p. 9).

pas de discordance : certes ces formations néritiques offrent des variations, même des *récurrences* de faciès[1] ; elles montrent aussi des *émersions*[2] répétées vers le niveau des phosphates (M) : du temps que la Méditerranée ancienne baignait ce *socle continental*, d'amples mouvements du fond ont donc dû se produire ; mais le *conglomérat de base miocène* (I) *est la première formation discordante sur ce substratum.*

1. Les sédiments sénoniens et éocènes se répartissent en 3 cycles récurrents :

1er cycle :	U + T_2,	T_1,	S.
2e — :	R,	Q,	P.
3e — :	O,	N + M,	L.

Dans chaque cycle se superposent ainsi de bas en haut : des marnes foncées, avec bancs de grès interstratifiés, puis des marnes et calcaires marneux clairs, enfin des calcaires massifs ; et les faunes de chacune de ces trois divisions sont comparables d'un cycle à l'autre (par exemple les Échinides). Dans les deux cycles 1 et 3, les phosphates se montrent dans la division moyenne de ces cycles : (T_1 et M). Thomas a en effet signalé (*B.S.G.F.*, (4), IV, p. 494) et j'ai pu voir dans la chaîne du Cherb (26) des *phosphates crétacés* dans l'Emscherien.

Cette variabilité des faciès superposés s'accuse vers le haut (N, M, L, K). D'une façon constante — de Négrine à Maknassy (Dj. Zebbeus, carte à 1/100 000, n° LXII) — la zone phosphatée de l'Éocène inférieur (M) s'intercale entre deux niveaux de gypse : N_4 et K (voir ma coupe de 1910, fig. 4).

Or, il est à noter que cette variabilité rapide des conditions du milieu marin serait, d'après Collet, la cause des dépôts contemporains de phosphate (v. Cayeux : *B.S.G.F.*, 1905, (4), p. 750). Et M. Cayeux voit de pareilles « ruptures d'équilibre des mers » en relation avec les gisements français.

2. A l'inverse des phosphates de Metlaoui et Redeyef, les phosphates du Dj. Onk contiennent de la *glauconie* en abondance : ils se sont donc déposés en milieu marin. La couche p_5 du Zarif el Ouar (M) contient, à côté de *Terebratula Kicksi*, *Pycnodonta Archiaci* : cela indique une profondeur de 40 à 50 m. Mais on trouve dans la zone phosphatée de ce pays des traces d'*émersion*.

1) A la base du banc de calcaire à silex, qui forme le toit de la zone phosphatée, (L_5) les agents de la Compagnie de Gafsa désignent sous le nom de « conglomérat » une couche de *brèche*, à ciment siliceux et phosphaté, à éléments formés de calcaire siliceux aux angles presque vifs : ces morceaux de calcaire siliceux sont fréquents, dégagés de la brèche, libres à la surface du sol, vers le haut de la *table* du Redeyef = *calcaire coralligène* de Roussel. *C.R. Ac. Sc.*, 26 sept. 1910).

2) Une *intercalation* calcaire, à *Ostrea bellovacina* de grande taille, sépare les couches p_1 et p_2 d'une épaisseur de stérile très variable (de 4 m. à 0 m. 20) à Redeyef (cf. Roussel. *CR. Ac. Sc.*, 12 et 26 sept. 1910).

3) Irrégulièrement répartis, mais répartis dans une même strate vers la base de certaines couches de phosphate (p_2 à Redeyef) de gros *boulets* informes de calcaire marneux phosphaté semblent les témoins d'un banc primitivement continu.

Ces éléments de *brèche*, ces calcaires d'*intercalation*, ces *boulets de calcaire phosphaté* sont percés de trous de Mollusques lithophages, attestant, que, *de façon répétée à de courts intervalles*, la lagune marine a laissé à nu ces dépôts phosphatés.

Des réactions chimiques ont pu se produire alors, analogues à celles qui ont été mises en avant pour expliquer les phosphates d'Océanie (*Génie civil* du 21 mai 1910, article de Privat-Déchanel résumant la question — *Bull. Soc. nat. d'Acclim. de France*, juillet 1909, article de Courtet, rapprochant ces phénomènes de la latérisation).

Cette discordance est de quelques degrés ; je l'ai découverte au Nord du Bliji, dans une zone de pendage définitif faible, où elle se trouve soulignée par un phénomène connexe : il y a *transgression*. Ceci est général : de Redeyef à Tamerza, ce conglomérat miocène (I) repose en effet successivement sur la base de l'Éocène inférieur (N, Bir Khanfous ; M, Koudiat el Bergouga, Kanguet Negueb), puis sur les bancs supérieurs de l'Éocène inférieur (L_2, Kanguet Negueb, Kanguet Bliji ; L_1, Kanguet Bliji, Oued el Mouchi), enfin sur les gypses de l'Éocène moyen (K) à l'entrée de Chabet Embarka[1]. De même à la naissance de l'Oued Mrata[2], ce niveau (I) repose sur les calcaires maëstrichtiens (P), et, de Bir Fried au Bir Zarif el Ouar, on le voit successivement recouvrir tous les niveaux crétacés et tertiaires (O, N, M, L, K et J). Le niveau (J) le plus élevé, qu'il m'a été donné d'observer dans l'Éocène moyen, apparaît au Nord et au Sud du Zarif el Ouar, et là seulement : c'est par le jeu de cette transgression[3].

Au Nord du Redeyef, dans le cours supérieur de l'Oued el Arg el Asfer, le périclinal du Djebel Khanfous, comme une voûte dont les voussoirs s'affaissent, est divisé par des failles radiales, qui enveloppent le point haut du pli (Djebel en Negueb, 907) : certaines sont antérieures au Miocène, d'autres sont postérieures au conglomérat miocène (I), quelques-unes ont joué deux fois. Elles découpent en lambeaux témoins le Miocène transgressif sur les étages de base de l'Éocène (L, M, N). Cette transgression est ici très rapide, si on l'observe suivant une direction perpendiculaire à l'axe du pli : d'un versant à l'autre du Djebel Redeyef, elle a ainsi autant d'amplitude, que de Redeyef à Tamerza.

Sur ma carte géologique, j'ai noté ces contacts du Miocène inférieur (I) et des divers sous-étages secondaires et tertiaires, dans le but de déterminer la relation, qui doit exister entre ce premier plissement (par grands dômes et grandes cuvettes, semble-t-il)[4]

1. Formé aux dépens de son substratum, le conglomérat de base est un cailloutis de composition variable : petits galets noirs (Foum de l'Oued Zoubia, Oued el Arg el Asfer), gros boulets clairs (Kanguet Negueb), revêtus d'un *enduit désertique* brillant, et provenant des silex des calcaires du toit (L) ; sur les gypses de l'Éocène moyen (K), sable argileux d'un rouge sang, très gypseux et très pauvre en galets siliceux (Tamerza).

2. Point coté 634, à 3 km. à l'E. de Sidi Mohamed el Biberi.

3. J'indiquais plus haut cette transgression au NE. du triangle de Moularès elle met ce niveau de base du Miocène (I) en contact à Gafsa avec le Crétacé moyen et le Crétacé inférieur ; au Dj. Ank (au SE. d'El Guetar, carte à 1/100 000, n° LXVII) à nouveau avec l'Éocène moyen et inférieur (K, L, M), au Dj. Bou Dinar (au N. de Maknassy, carte à 1/100 000, n° LV) avec le Cénomanien (voir aussi : Coquand, *op. cit.*, fig. 57 et 58).

4. Haug. Sur quelques points théoriques de la géologie de la Tunisie. *A. F. A. S.*, 1897, p. 290-305.

et le plissement postérieur, qui accusa les longs anticlinaux de ce pays.

2) Ce Miocène tout entier (F, G, H, I) et les cailloutis supérieurs (E) sont en effet très vigoureusement plissés : ce mouvement tectonique, qui a donné à cette contrée ses traits définitifs, est donc postérieur aux cailloutis supérieurs, sans doute pliocènes (E).

Il est difficile de voir s'il y a ou non concordance dans la puissante masse argileuse, qui forme la moitié supérieure du Miocène (G, F) : on observe du moins en plusieurs points, que le niveau supérieur (F) est nettement transgressif par rapport aux sables de base (H) : terminaison orientale du synclinal de Moularès à Bir ed Dab [1], synclinal d'argiles rouges (E) reposant sur le Crétacé (O, P) au Nord d'Aïn Aachen [2]. Avant d'être plissés à leur tour, ces dépôts continentaux ont donc d'abord *nivelé* un substratum mollement ondulé : nous avons là des *chotts anciens* en avant d'un Atlas saharien plus septentrional que celui d'aujourd'hui.

c) Le Quaternaire ancien. — Les cailloutis du Quaternaire ancien (D) continuent ce faciès (E) [3] : un climat bien différent du climat actuel accumulait alors sur ces plaines des couches étendues de cailloutis grossièrement stratifiés, que l'érosion postérieure devait singulièrement démanteler [4]. Leur position stratigraphique est déterminée par *les outils chelléens et acheulléens* [5], qu'ils renferment. En l'absence de restes de la faune, étant donné l'incertitude du parallélisme que l'on peut établir entre des civilisations lithiques de même style mais de stations étrangères, ce n'est là qu'une indication relative : elle suffit du moins pour affirmer que l'homme a vu s'accomplir les deux phénomènes suivants.

1. Entre la cote 660 et la cote 521 à 1 km. au Sud de Bir ed Dab (carte à 1/100 000, n° LIX).

2. Point marqué S^ce^ à 3 km. à l'E. du signal 839 du Mrata (carte à 1/100 000).

3. Au contraire des galets gréseux du niveau (E), les éléments de ces cailloutis quaternaires (D) sont d'origine locale : calcaire du Crétacé ou de l'Éocène.

4. Voici les témoins, qui en subsistent : haute vallée du Redeyef, village de Tamerza, Bled el Kerkera au pied du Sif el Leham (*13*), Bled el Makreg entre les Oueds Zoubia et Hamda, village de Chebika, hauts cours des oueds confluant à Ras el Aïoune (Oued Djemel). (Carte à 1/100 000, n° LXV.)

5. Ceci résulte des recherches du Dr Gobert à Redeyef : de très nombreux « coups de poing » de ces styles ont été trouvés *en surface* — un certain nombre *en place* — dans chacun des gisements suivants : cailloutis, en épaisseur variable pouvant atteindre 8 m., au flanc sud du Djebel Redeyef ; ce même niveau fortement démantelé au flanc nord du Dj. Chouabbine (Henchir el Assel) ; ces mêmes cailloutis, au Bled el Kerkera (Oued el Abiod) et au Bled el Makreg (Oued Hamda) ; c'est ce même cailloutis, qui couronne la colline du « signal de Gafsa » (cote 328, carte à 1/100 000, n° LXVI).

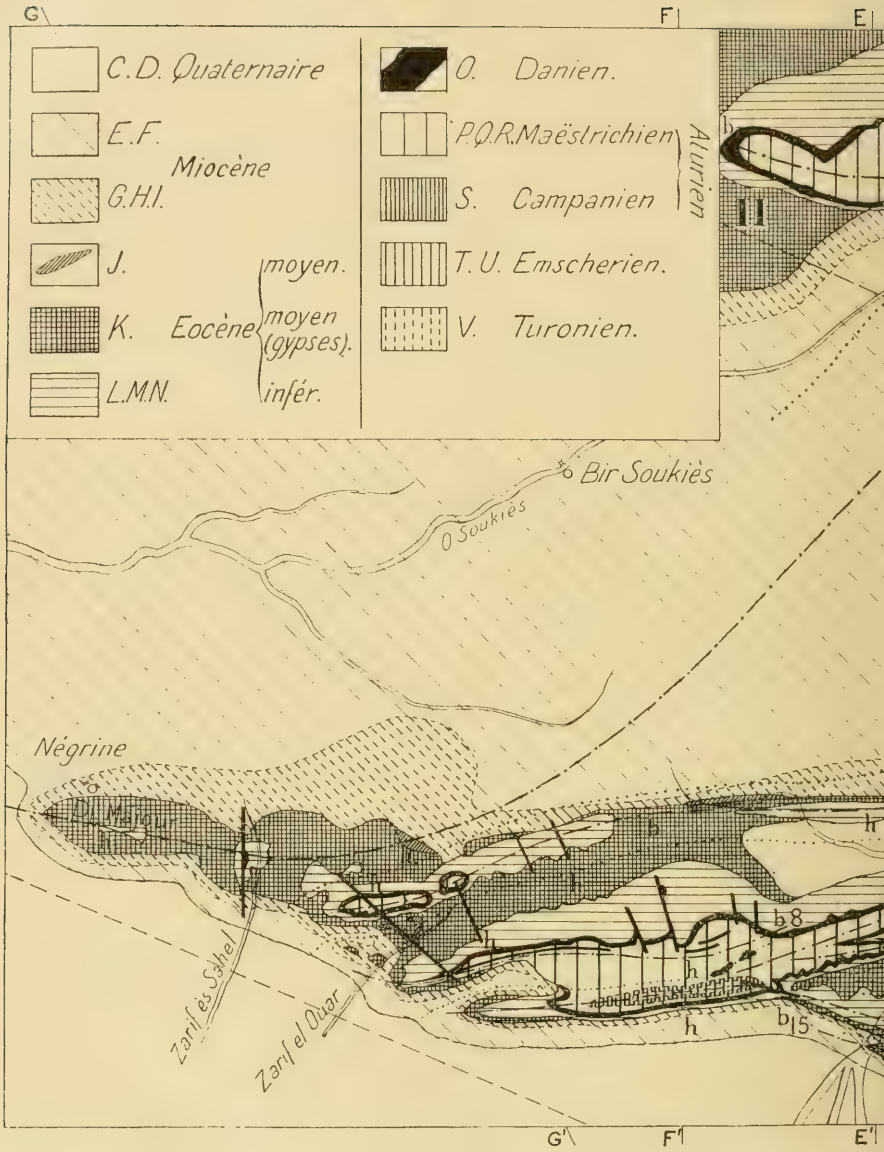
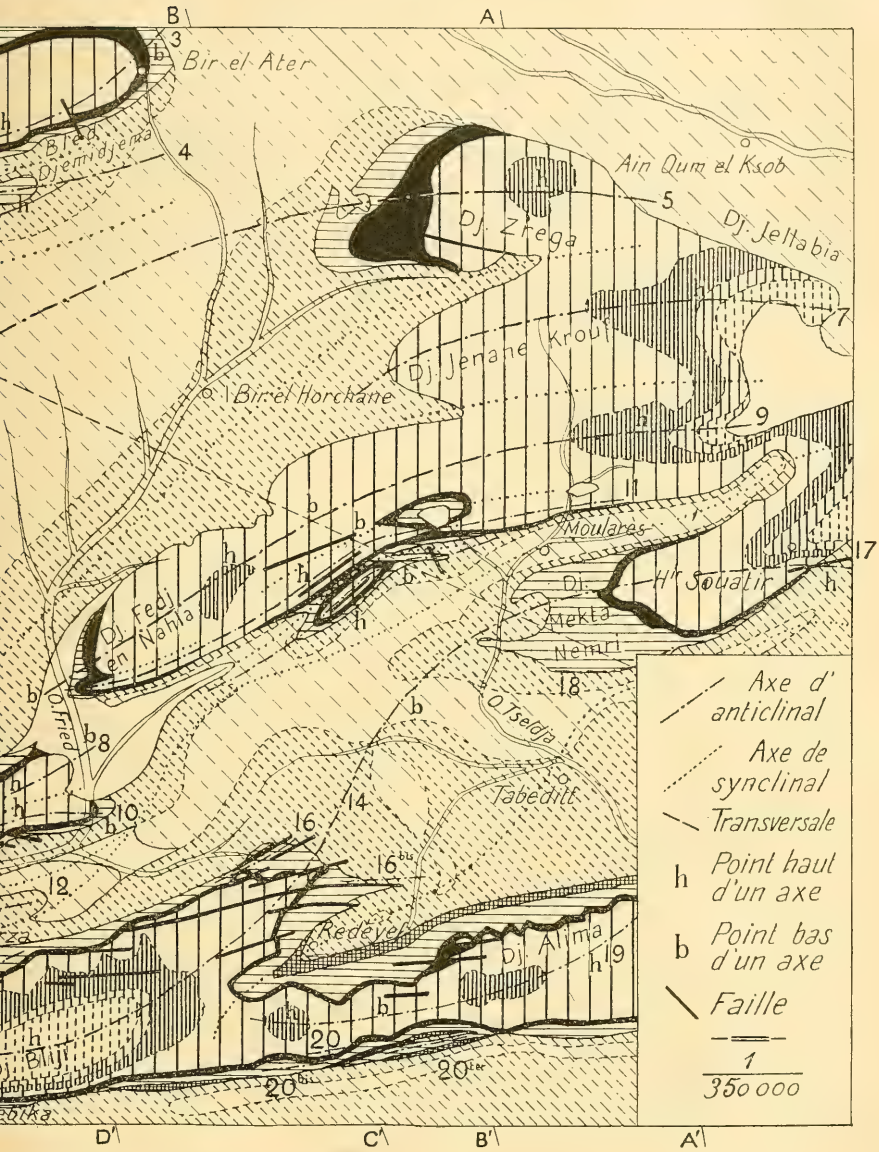


Fig. 2. — Carte géologique d
I, Transversale de M



D Sidi Abid (Sud-Tunisien).
sversale de Gafsa.

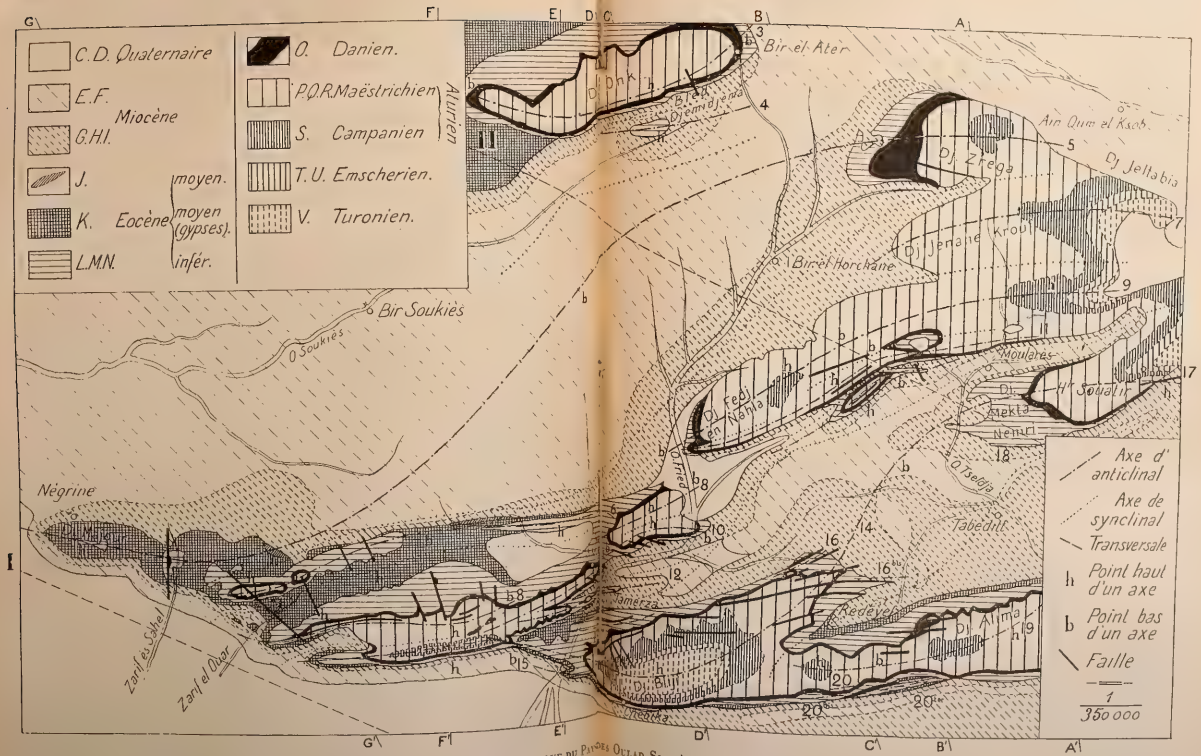


FIG. 2. — CARTE GÉOLOGIQUE DU PAYS DES OULAD SIDI ABID (Sud-Tunisien).
I, Transversale de Négrine. II, Transversale de Gafsa.

1) Malgré les apparences[1], les oueds actuels sont de formation très récente : aucun d'eux n'a atteint son profil d'équilibre ; pour la plupart la tête remonte encore à chaque crue ; néanmoins leur lit entaille profondément les dépôts du Quaternaire ancien (D), dont les cailloutis forment ainsi des *terrasses* sur leurs rives.

Ce phénomène m'a d'abord frappé au Nord de Ras el Aïoune et à Tamerza : ce sont là les deux points bas de la plaine du Tabeditt ; les formations en question (D) s'y montrent très puissantes, comme accumulées contre le barrage, que la chaîne du Tseldja a dû offrir avant d'être percée par les eaux, et l'idée vient que ces terrasses se sont formées le jour où les eaux, ayant achevé leur travail, donnèrent ainsi naissance aux gorges du Tseldja[2] et au Kanguet de Tamerza : un phénomène local.

Mais j'ai noté ces mêmes terrasses (D) dans la plaine ravinée à l'E. de Bir el Horchane[3], dans la haute vallée du Redeyef, au S. de la chaîne du Tseldja, enfin tout le long du Foum Tseldja à Chebika[4] : en ce dernier point elles s'élèvent au-dessus de l'oued Chebika de la même hauteur, que le font au Nord à Tamerza les terrasses d'Aïne Krika — 20 à 30 m. — ; c'est donc un phénomène plus général.

Ces cailloutis du Quaternaire ancien (D) marquent dans l'évolution du plissement et du climat une phase intermédiaire entre la période miopliocène (E, F) et les temps actuels (C) : une phase d'alluvions continentales encore très intenses, mais dans un pays *cloisonné* par le dernier mouvement tectonique[5]. Avec les temps, des communications se sont ensuite créées entre ces bassins de sédimentation étagés et isolés ; l'ablation a repris ces anciens dépôts pour les porter plus au Sud vers de nouveaux bas-fonds : cette dernière phase se poursuit sous nos yeux, éternisée par l'assèchement progressif du climat.

2) Des tassements d'ensemble et aussi de véritables phéno-

1. Coulant souvent directement sur les sables miocènes (H), changeant à chaque crue leurs méandres entre les dunes mobiles dans leur lit trop large, n'ont-ils pas l'air de grands fleuves déchus, envahis par leurs propres sédiments, alors qu'ils ne sont que l'esquisse hésitante, les vallées toutes superficielles de rivières mort-nées.

2. Les gorges du Tseldja me font penser au cours du Fier entre Thones et Annecy ; ici et là, le tracé a été déterminé par l'abaissement d'un anticlinal suivi d'un cratère d'érosion (pli de l'Alima et doukane du Zerf ; pli de la Dent de Cruet et cirque de Dingy, au Sud du Parmelan).

3. Voir carte à 1/100 000, n° LIX.

4. Voir fig. 3.

5. « Pays de lac » (de Morgan. Premières civilisations, p. 93 à 97). — « Pays d'érosion locale » (Gautier. *La Géographie*, 15 fév. 1910. Les Hauts Plateaux algériens, p. 98).

mènes de plissement postérieurs à ces cailloutis quaternaires (D) ont pu être également la cause de ces terrasses. En trois points, j'ai en effet observé que *ces couches de cailloutis* (D) *sont inclinées* :

α) A Sidi Bou Diaf, au Nord du pli du Mrata Bou Dinar, sur la rive droite de l'oued[1].

β) Au débouché de l'Oued Zoubia au S. du pli du Bliji (14)[2].

γ) A Gafsa, particulièrement à la colline du Bordj des Eaux-et-Forêts (cote 328), au S. du pli de Ben-Younès[3].

Naturellement ces couches (D) sont là discordantes sur leur substratum crétacé ou tertiaire ; mais pour être moindre leur pendage est néanmoins de même sens. A mon idée, cette inclinaison ne résulte pas de mouvements verticaux par faille ; car, dans le tassement de ces anticlinaux, les clés de voûte s'effondrent bien, mais les reins résistent : et ces trois lambeaux quaternaires sont dans cette situation. Enfin la coupe de l'Oued Zoubia est bien nettement en faveur d'un plissement quaternaire (fig. 3).

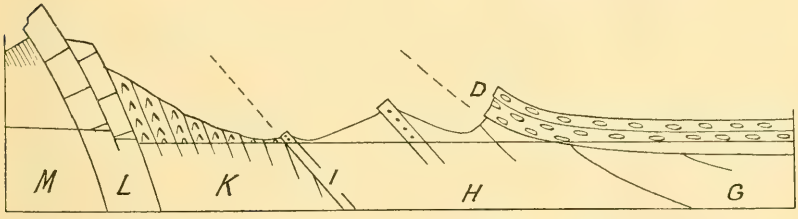


Fig. 3. — Coupe de l'Oued Zoubia. — 1/10 000.
Eocène inf. : M, Phosphates ; L, calcaire du toit ; — Eocène moyen : K, Gypses ; Miocène : I, Conglomérat de base ; H, Sables ; G, Marnes vertes sableuses ; — Quaternaire ancien : D, Conglomérat de galets calcaires.

1. Voir carte à 1/100 000, n° LIX ; à l'f de Sidi-bou-Diaf.

2. Voir carte à 1/100 000, n° LXV, à 1 km. au-dessous de la dernière lettre de Mana. Rouhou (versant sud du Negueb).

3. Voir carte à 1/100 000, n° LXVI, point marqué « S^{al} de Gafsa ». — Voir : de Morgan. Premières civilisations, p. 113. — De Morgan, Capitan et Boudy. *Revue de l'École d'Anthropologie*, 1910. Stations préhistoriques du Sud-Tunisien, fig. 52 et 53.

A mon sens cette colline du « S^{al} de Gafsa » comporte, à sa base, des sables miocènes (H), à son sommet, des cailloutis quaternaires anciens (D) ; certes des sources ont pu donner les travertins qu'on remarque colmatant les fentes de cette crête ; mais l'inclinaison tant du niveau (H) que du niveau (D) est due à un vrai phénomène de plissement : la faille n'en est pas cause ; la K^{at} Assala amorce au NE. un périclinal, qui se referme par Sidi Mansour, la Kasbah, ce signal 328 ; les couches du Ben Younès se retournent parallèlement à l'intérieur de ce fer à cheval (un lambeau de Crétacé inférieur sur la route de Si Ahmed Zaroug à pendage SE.) : les couches quaternaires et miocènes en question ayant un pendage SSW. s'accordent parfaitement avec le dessin d'ensemble du pli.

V. Das Diluvium von Gafsa und seine prähistorische Einschlüsse. E. Koken (in Tübingen). *Abdruck aus dem neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie, und Paläontologie*. Stuttgart, 1909.

Pourquoi d'ailleurs, la crise de plissement passée, de même qu'il se produit des *distensions locales*[1], n'y aurait-il pas des *surtensions aux points critiques*, longtemps après ? Des plissements quaternaires ont été signalés dans d'autres régions. M. H. Le Châtelier a parlé, il y a longtemps, du *bombement des couches quaternaires au Sud du chott Melrir*[2].

Quoi qu'il en soit, *ces cailloutis paléolithiques* témoignent d'un climat humide, peut-être froid[3]. A l'*Archéolithique*, — ce moyen-âge de la pierre, dont le faciès local a reçu le nom de *Capsien*[4] — un climat plus sec permit à l'homme de s'établir dans de véritables *campements* en plaine : les stations capsiennes renferment une *faune chaude*[5]. Avec le *Néolithique*, le climat actuel se fixe progressivement, l'industrie lithique ayant *évolué sur place*, semble-t-il, vers ce style connu sous le nom de *Néolithique saharien*[6]. Puis la savane à Mimosées fait place à la steppe désertique ; la population *négroïde du capsien et du néolithique* est refoulée par des invasions : le style dit *néolithique berbère* apparaît comme *cryptogène*[7].

Quelques siècles, sous la domination romaine, la main-d'œuvre indigène rend à ce pays un peu de sa luxuriance passée : des olivettes, des vergers d'amandiers, des champs d'orge entourent les *henchirs*[8]. C'en est fait maintenant du dernier olivier antique ; l'arabe d'aujourd'hui va mendier son blé dans le Nord ; les pâturages sahariens de la plaine nourrissent mal le misérable troupeau du nomade ; autour des ksour des sédentaires, les petites palmeraies[9] séculaires s'étiolent lentement.

6. — Les eaux souterraines : leurs points d'émergence.

L'exploitation des phosphates apportera sans doute un peu d'aisance à ce pays ; mais un aménagement sérieux des eaux souterraines y ramènerait une prospérité durable. A ce propos, voici, pour terminer, quelques remarques :

1. Gafsa et Tozeur sont le siège de séïsmes locaux.
2. H. Le Chatelier. « La mer Saharienne », *Revue scientifique*, janvier 1877, cité par Rolland « Sur les grandes dunes du Sahara » (*B.S.G.F.*, 7 nov. 1881).
3. De très gros blocs calcaires — atteignant 1 mètre cube et plus — se rencontrent dans ces cailloutis quaternaires (D) fort loin des flancs des montagnes.
4. de Morgan. *Op. cit.*
5. Dr Gobert. Recherches sur le Capsien. *Soc. préhist. de France*, nov. 1910.
6. Ces deux faits encore inédits résultent de remarques récentes du Dr Gobert.
7. Pallary. Instructions pour les Recherches préhistoriques du NW. de l'Afrique, p. 51.
8. Roux. Ruines du Redeyef (*Revue Tunisienne*, 1910). Peinture rupestre du Bliji (*ibid.*, 1911).
9. Ce sont : Négrine, Midès, Ouchika, Tamerza, Chebika, Moularès.

Dans les limites de ma carte, pas de *nappe phréatique* : sous ce climat sec à pluies rares et torrentielles, sans végétation, sans terre végétale, la surface topographique ne joue aucun rôle. Toutes les eaux sont interstratifiées [1] : soit dans les sables miocènes entre deux bancs d'argile (H, G), soit dans les calcaires fissurés, éocènes ou crétacés, entre deux couches de marne (N, P, S).

Que les points d'émergence, liés à l'affleurement de ces couches, dépendent du plissement, c'est donc bien rationnel. J'ai été conduit au classement suivant :

a) *Sources au bord sud des aires synclinales.* — Je citerai par exemple celles de Ras el Aïoune captées pour alimenter Metlaoui ; puis le chapelet de sources, qui de Bir el Horchane, en suivant l'oued, atteint Bir el Fried, et auquel je rattacherai le puits d'Henchir Bettita et le point d'eau d'Hassi el Kerma sur la route de Négrine [2] ; à Tamerza, Aïne Krika et les captages dans l'oued et dans l'oasis ; enfin ces curieuses sources, voisines du Bordj de la douane de Tamerza, qui suintent sur les bords d'un véritable *synclinal perché* (Aïne el Ouchika, Aïne el Kerma, Hassi Tarfaï).

Au reste ce premier mode n'est pas exclusivement celui de la nappe des sables miocènes : les eaux d'Hassi el Grida, de Sidi Mansour, d'Hassi el Gafsi, d'Hassi Zitouna, d'Henchir Zellès, des *oglat* Alima se répartissent autour de la croupe de la Koudiat Drioua [3] suivant le type caractéristique d'un second groupe.

b) *Sources au pourtour des périclinaux.* — Qu'il soit isolé à l'extrémité d'une chaîne ou jumelé avec un périclinal opposé de part et d'autre du point bas d'un anticlinal, le périclinal est un point d'élection des sources : toutes les sources importantes de la contrée, non encore envisagées, trouvent ainsi place dans le tableau suivant.

La raison de cette répartition est simple : les eaux en charge dans un synclinal débordent aux points bas du pourtour, ce sera ici le plus souvent le bord sud ; en second lieu, dans le voisinage des périclinaux, les affleurements des couches aquifères ont leurs points de cotes les plus faibles et de même encore de préférence au Sud de l'axe du pli.

1. Si l'on néglige les « oglet » des arabes dans le lit souterrain pérenne des oueds, ou quelques puits à l'axe des vallées : Puits romain du Redeyef, Bir Man sour sur la route de Négrine à Midès.

2. Voir : carte de Tunisie à 1/100 000, n° LIX et LXV et carte de l'Algérie à 1/200 000, n° 50.

3. Voir : carte de Tunisie à 1/100 000, n° LXV.

Périclinal du Djebel.	Sources.		
	Au Nord.	A l'axe.	Au Sud.
El Annk (3).		Aïn el Annk.	Aïn Fouriss (P).
Feggous (3).			Bir el Ater (N).
F. en Nahla (9).			Aïn Mrata (S).
A. ed. Demrhaïa (9).		Aïn Damous (P).	Aïn Oum el-Araïs (P).
Sif el Leham (11).	Aïn Aachena (N).		
Madjour (5).	Sources de l'oasis de Négrine.		Aïn Ouchika.
Brikiss (*10*).	Aïn Midès (N).	Sources de l'oued Oudeï (N. L).	
Bliji (14).	Aïn Krika (L).	Aïn el Klab (N). Aïn Sendess (L).	Aïn Aachache et Aïn Beuskinine (L). Aïn Chebika (P). Aïn Dhrima (P).
Alima (19).		— Aïn Mellah (S). (Doukana Djefara).	Aïn Zemira et Aïn Zimera (P).
Zerf (21).		Aïn Boukrezer.	

En dehors des limites de ma carte, les sources de Gafsa escortent pareillement le périclinal du Djebel Ben Younès[1] (22) ; les sources des oasis d'el Lalla, de Lortess, d'el Guetar[2] auréolent le périclinal du Djebel Orbata ; de même les eaux du Djerid — un des trésors de la Tunisie — sourdent au point précis, où le pli du Cherb s'abaisse sous les sables miocènes du Drâ[3] (1) ; et, plus au N., la belle source de Sbeitla, qui doit bientôt alimenter Sfax, surgit au périclinal occidental du Djebel Mrilha : cette disposition est donc très fréquente.

Pour ce qui est de l'origine des eaux du Sud Tunisien, je pencherais pour une origine assez lointaine : massif neigeux de

1. On a beaucoup exagéré, à mon avis, l'importance de la faille de Gafsa : au Nord-Ouest elle dépasse à peine Sidi Ahmed Zahroug; au Sud-Est il y a une faille à El Guetar, mais c'est une faille locale distincte de la précédente.

2. Bursaux. *Revue Tunisienne*, 1910, p. 366.

3. Voir l'excellent guide, tout récent « Kairouan, Sbeitla, le Djerid » où M. P. Penet, contrôleur civil de Tozeur, explique très nettement cette question : fig., p. 71. Dans cet ouvrage, une étude du chott, en mettant au point de vieilles légendes sur la constitution de ces lacs salés, intéressera les géologues, p. 91 (imprimerie Tunisienne, Tunis, 1911).

l'Aurès, hauts plateaux pluvieux de la Tunisie centrale[1]; car toute l'eau de pluie, tombant dans le Sud-Tunisien, court se perdre aux chotts ou à la mer. L'eau des sources est d'origine profonde : c'est un « Nil souterrain » qui alimente les oasis.

Venu du NW., ce courant circule dans les calcaires fissurés, éocènes ou crétacés, et s'écoule vers le SE. en franchissant les plis à leurs *points bas*, s'épandant transversalement[2] par place dans les plaines intermédiaires. Ces *points bas* des plis longitudinaux s'alignant — comme je vais le montrer plus loin — les *transversales* ainsi définies jouent tout naturellement un rôle dans la distribution des eaux. Par exemple, ce n'est pas un hasard qui a localisé le long de la *transversale de Gafsa* les sources de Gabès, d'el Hamma, de Metaouïa, d'Oudref, du Djebel Hadifa, d'el Guetar, de Gafsa, de Moularès et d'Aïne Fouris ; le long de la *transversale de Négrine* celles de Kebili, d'El Oudiane, d'el Hamma de Tozeur, de Chebika, de Tamerza, de Négrine, de Ferkane (fig. 4).

Ainsi s'affirme encore cette relation étroite, que j'annonçais au début entre la géologie et la géographie de cette contrée.

II. — Les Transversales de l'Atlas saharien.

En poursuivant dans le Sud-Tunisien et dans le Sud-Algérien le tracé de *transversales* analogues à celles de Négrine et de Gafsa, on voit s'accentuer singulièrement la ressemblance de ces deux pays.

1. — Sud-Tunisien.

Le Centre de la Tunisie est *pays de dômes*[3]; le Sud est quelque chose de très voisin sans doute, autre chose pourtant : *un pays de guirlandes*.

a) Dessin des plis en plan. — Longitudinalement, les anticlinaux sont des *séries* parallèles de *croissants* — de grands arcs concaves vers le Nord —, se raccordant deux à deux par un petit arc, concave vers le Sud —, qui forme, pour ainsi dire, leur *articulation*.

1. M. Tellier, inspecteur des Eaux et Forêts, a tenté, par des mesures simultanées, d'étudier l'influence des pluies du centre de la Tunisie sur les débits de source du Sud. Ses résultats sont restés inédits.

2. Ainsi les eaux d'Aïn Oum el Arais, vite perdues dans les sables à la sortie du défilé, peuvent alimenter Tamerza par le synclinal compris entre les anticlinaux *13* et 14, ou, franchissant le point bas de ce dernier pli, concourir à grossir la venue d'eau de Ras el Aïoune : ce dernier point d'eau peut lui-même souterrainement recevoir des eaux profondes venant du Bou Ramli.

3. Pervinquière. *Loc. cit.*, p. 331.

Transversalement, ces *articulations* s'alignent, déterminant une seconde famille de lignes, *les transversales* : ces arêtes de rebroussement des guirlandes divisent le plissement en *bandes transversales*, ne contenant chacune qu'un *croissant* de chaque *série*.

La chaîne des monts Orbata, Biadah, Bou Hedma, Bou Douaou (28 + 51) montre deux *croissants* typiques, et, entre Sened et Meïch, une *articulation* bien nette[1]. Plus à l'E., le Nedjilet (52) est encore un *croissant* déformé par une compression latérale exagérée. Le grand arc du Cherb[2], entre le Kanguet Droumès et Bir-Oum-Ali (26), plus au Sud la belle courbe de Tebaga (28) reproduisent cette forme élémentaire, à laquelle se ramènent aussi — nous l'avons vu — les segments de la chaîne du Tseldja.

L'ennoyage de certains plis, de certaines régions s'oppose seul par place à l'observation de cette forme constante. Thomas a isolé de l'ensemble sous le nom de *brachyanticlinaux* le pli du Sehib et du Rosfa, d'une part (24), celui de l'Atra et du Berda (25) de l'autre[3] ; pourtant ce ne sont pas là des dômes plus caractérisés que les plis voisins : qu'on élève par la pensée les plaines entourant le Bliji (14) jusqu'à la cote 600, on aura exactement l'apparence du Sehib. Dans le parallélogramme Feriana, Aïne Oum el Ksob, Gafsa, Sened, l'ennoyage de tous les plis vient pareillement masquer la continuité de plusieurs *séries de croissants*. Plus au N. la ligne de crêtes, qui relie le Bottena au Fedj el Hadid, est au contraire un bon exemple d'une *série de croissants* (34 + 45 + 61).

Voici maintenant les *transversales* obtenues en alignant les *articulations* de ces *séries*[4] (fig. 4) :

1) La TRANSVERSALE DE NÉGRINE longe d'abord l'*alignement transversal de points hauts* des montagnes de Négrine ; elle traverse ensuite le Chott Rharsa ; au Kanguet Droumès, je vois une *articulation*, celle qui relie le Cherb (26) au *croissant* ennoyé du *Drâ* du Djerid[5], dont le Bou Hellal (1) dépend déjà ; puis cette

1. Voir la belle carte à 1/200 000, n° XVIII, el Ayaïcha (nouvelle) et la carte à 1/100 000, n° LXI.

2. Le Cherb (26) n'a deux pendages qu'à l'E. (Kanguet Droumès) : ailleurs, le pendage sud est enseveli sous la plaine du chott, en sorte que cette chaîne a un axe anticlinal beaucoup plus courbe que sa seule figure géographique pourrait le faire penser.

3. THOMAS, *loc. cit.*, I, p. 76.

4. Voir la carte à 1/800 000 de Tunisie, carte géologique d'AUBERT, et surtout, assembler les feuilles de la belle carte à 1/100 000 de XL à LXXXII.

5. A Nefta, le Miocène forme un anticlinal net (renseignement dû à M. P. Penet, contrôleur civil de Tozeur).

ligne théorique suit le seuil entre les Chotts Fedjedj et Djerid ; elle est enfin *tangente* à la corne occidentale du Djebel Tebaga (28).

2) La TRANSVERSALE DE GAFSA passe à Taberdja au SW. de la grande *doukane* de l'Aïne Guerra (29) ; à Guentis et à Djeurf, elle *touche* de même les extrémités recourbées des deux autres anticlinaux, dont j'ai déjà parlé dans le département de Constantine : ceux d'Aïne Guibeur (30) et d'Aïne Telidjène (31). Elle franchit le col de l'Onk, cette *montagne en accent circonflexe*, qui est en somme une *articulation* entre deux segments de *croissant* ; puis elle traverse le triangle de Moularès, qui est un véritable *paquet d'articulations*. Elle est ensuite définie par l'*articulation*, qui relie le Stah au Ben Younès (22) ; par celle qui, au *point bas* de Bir Marbott, relie le Berda [1] (25) au Chemsi (39), absolument comme un peu plus au NW. le Rosfa (24) s'unit à l'Orbata (38) par *un ennoyage*. Plus au Sud cette ligne passe à l'Ouest de l'Hadifa, au Djebel Beïda, où s'*articulent* le pli du Berrani (27) et celui de l'Haïdoudi (41) ; enfin à el Hamma de Gabès, la corne orientale du Djebel Aziza (28) vient finir sur elle.

Ainsi les anticlinaux de la *bande* située au Sud-Ouest de cette transversale aboutissent sur elle à *angle droit*, tandis que les anticlinaux de la *bande* nord-est débutent sur elle par un arc, qui lui est *tangent* ; cette disposition générale résulte de l'obliquité du système des *transversales* sur la direction moyenne des *séries de croissants* : *deux systèmes croisés mais non orthogonaux*.

Prolongée en direction au delà des Matmata, la *transversale de Gafsa* paraît se confondre avec l'axe du grand dôme de l'Extrême-Sud tunisien : c'est une curieuse coïncidence [2] (fig. 4).

3) Sur la TRANSVERSALE DE FERIANA, deux *articulations* seulement sont bien nettes : celle du Kanguet Goubel entre le Safsaf (34) et le Feriana (45) ; puis celle, que je citais plus haut, entre Sened et Meïch (38 et 51) ; mais cette directrice est bien marquée entre Sened et Feriana par un alignement de points d'arrêt d'anticlinaux, qui borde le parallélogramme ennoyé dont j'ai déjà parlé.

4) La TRANSVERSALE DE L'OUED EL HATTOB a été signalée depuis longtemps : passant d'abord entre le Semama et le Chambi (44, 56), puis à l'*articulation* bien dessinée entre la Nouba et

1. A son extrémité est, le pendage nord très raide du Djebel Berda s'explique par cette inflexion brusque du pli (THOMAS, *loc. cit.*, II, p. 635, fig. 100).

2. PERVINQUIÈRE. Sud-Tunisien. *Revue annuelle de Géographie*, 1909. — JOLY. Notes géographiques sur le Sud-Tunisien. *Soc. de Géog. d'Alger*.

LÉGENDE DE LA FIGURE N° 4. — *Ensembl*

S.W.	1re BANDE		2e BANDE			3e BANDE	
1	Dra du Djerid, Bou Hellal	TRANSVERSALE DE NÉGRINE	2	El Abiod.	TRANSVERSALE DE GAFSA	29	Aïne Guerra.
			3	O. el Kemaken, Zenad, Annk.		30	Aïne Guibeur.
						31	Aïne Telidjène.
						32	Bou Djellal.
			5	Majour, Gourbedj, Rekram, Chet Sefra.		33	Faoua, Dremine.
						34	Saf Saf, Gouleb, Kébir.
			6	Safiet el Louk, Rihane, el Karitt.		3	Fouriss, Tefaya, Feggous.
			8	Kabouda, Rhifouf, Chegga, B. Mandra, B. er Rmitta.		*4*	Djemi Djema.
						5	Bled Hadba, Zrega.
						7	Djenane Krerouf, Djellabia.
			9	Fedj en Nahla.		9	Argoub ed Demrhaïa, Doukane el Hadj, el Madjène.
			10	Selkr-el-Begra, Brikiss, Msilikr.			
			11	Mrata, Seniet Bou Dinar.		17	Mekta Nemri, Bellil, Bou Ramli, el Guettar, el Mekta.
			12	El Ardhia.			
			12 bis	Fedj ali Aoua.		22	Chegga, Ben Younès.
			13	Sif el Leham.		35	Nador, Sidi Aïch.
			14	Zendguig, Zendess, Safiet Zerga, Bliji, Negueb, Khanfous, Zellès.		36	Draa el Krerba, Souinia.
						37	Goussa, Majoura.
						38	Orbata, Biadah.
						39	Chemsi, el Ayaïacha.
						40	Ben Kheïr.
			15	Bou Gda.		41	Hadifa, Haïra, Stah, Smaïa, Haïdoudi, Zemlet el Beïda.
			16	O. el Areg el Asfer.			
			16 bis	Radjel er Redeïef.			
			18	Merfeg et Tarf.			
			19	Chouabine, Alima.			
			20	Aïne Morchane.			
			20 bis	Aïne el Hanèche.			
			20 ter	Henchir Zegdoude.			
			21	Zerf, Kef ed Dour.			
			22	Metlaoui, Stah, el Ali, Kef en Nsour, Biadatt.			
			23	Oum el Krecheb.			
			24	Jellabia, Sehib, Rosfa,			
			25	Atra, Berda.			
			26	Droumès, Tarfaoui, Zitoun, el Asker, el Hafey, Beïda.			
			27	Berrani (?)			
			28	Tebaga, Aziza.			

des anticlinaux et transversales du Sud-Tunisien.

	4e Bande		5e Bande		6e Bande N.E.
TRANSVERSALE DE FERIANA	42 Bou Roumane, Zbissa, Draa Rhourfet er Roumia. 43 Djella, Bou Driès, Hamra 44 Bou Gafer, Dernaïa, K. el Kelb, Chambi. 45 Feriana, Dheroïa, Seloum, Nouba. 46 el Hogueff, O ed Debane, Ouaddada, Krarroub. 47 Touat el Kourats (?) Aadjadj. 48 Sidi Aïch, Zitoune, el-Hafey. 49 Ras el Mahroug, Douiouira. 50 Majoura, Melloussi. 51 Bou-Hedma, Bou Douaou, Djebs (du Sud). 52 Nidjilet, Mezzouna, Djebs, Naemia Dribica.	TRANSVERSALE DE L'OUED HATTOB	53 Bou-Jabère, Slata. 54 O. Deleb, Kt Chaïr. 55 Ajered, Bireno, Si Mabrouk. 56 Semmama, Tiouacha. 60 Mrilah. 61 Maargueba, Gheradere, Fedj el Hadid. 62 Koumine. 63 Rakmate, el Hamra. 64 Kebar, Lessouda. 65 Bou Dinar, Matleg, Goubrar, Khechem Artsouma. 66 Gouleb. 67 Dribica, Djebs (du Nord).	TRANSVERSALE DE SBIBA	68 Slata, Mezarig, Kebouch. 69 Bou Rebaïa, Bou Afna, Zrissa, Lorbeus. 70 Bou Nader, Maïza, ech-Cheïch. 71 Bou-el-Hanèche, Rouiss, Massouge. 72 (Sud de Maktar), Belouta 73 Bou-Adjha, Serdj (Het-el Kessera). 74 Sidi B Harris, er Reïha Djebil. 75 Trozza, Ousselat, Bou-Hadjar. 76 Hadjeb-el-Aïoune, Khanzour. 77 Cherichera, Sfeïa. 78 Batène. 79 Sidi Kralif, Chaab el Attaris, Bou Gobrin. 80 Cheraïne, es Siouf, Nasser Allah.

NOTA :

Ce tableau et la figure 4 ont été dressés :

1) D'après le tracé de Thomas, modifié par endroits (comparer par exemple à la carte topographique à 1/100 000 son schéma orotectonique du Bou Hedma et de l'Haïdoudi).

2) D'après la carte géologique à 1/200 000 de Pervinquière et son schéma tectonique (voir surtout ses belles coupes, *loc. cit.*, pl. III).

3) Enfin d'après mes observations personnelles dans le périmètre suivant : Oum el Ksob, Bir el Ater, Négrine, Kriz, el Ayaïacha, Sened, Maknassy, Bou Dinar, Gafsa.

L'énumération des *bandes* est faite de l'W. à l'E. ; celle des *croissants* de chaque *bande* du N. au S. ; celle des sommets de chaque pli de l'W. à l'E.

Les nos des anticlinaux secondaires sont en italiques.

la chaîne du Maargueba (45, 61), elle n'est plus au Sud qu'imparfaitement jalonnée à l'Ouest par le Kraroub (46) le dôme d'el Hafey (48) le Melloussi (50), à l'Est par le Koumine (62), le Kebar (64) et le Bou Dinar (65)[1].

5) La TRANSVERSALE DE SBIBA passe à l'articulation du Tiouacha et de la chaîne du Sidi ben Harrès (74, 56), puis au point anguleux du Djebel Mrilah (60) — *une montagne en accent circonflexe* —, enfin à l'inflexion de la chaîne du Goubrar (65)[2].

Ces transversales décomposent ainsi le Sud-Tunisien en quatre *bandes transversales*, que le schéma orotectonique de Thomas[3] laissait déjà deviner. L'interprétation du pays des Oulad Sidi Abid, que j'ai donnée dans la première partie de cette note, donne une figure bien en harmonie avec cet ensemble.

b) DESSIN DES PLIS EN ÉLÉVATION. — Généralement l'axe des anticlinaux s'élève vers la partie médiane des *croissants*, s'abaisse vers leurs extrémités : l'*articulation* est ainsi un *point bas*, en même temps qu'un *point d'inflexion*.

Mais, souvent, ces *articulations* sont des points de *serrage* et d'*étirage* du plissement et, par ce mécanisme, des *pointements* de terrains anciens viennent se placer vers les extrémités des croissants. Au contraire, à leur partie médiane, l'onde s'épanouissant, atteint *sans effort* son amplitude maxima.

Par suite, deux classes de *points hauts* dans ces anticlinaux :

1) un *point haut normal*, *vers* la partie médiane du *croissant* : Turonien du Djebel Bliji (14), Cénomanien de l'Orbata (38), Aptien du Chemsi (39), Trias d'Aïne Guerra (29), Aïne Guibeur (30), Aïne Telidjène (31).

2) des *points hauts secondaires* aux extrémités du croissant, au voisinage de l'*articulation* : Santonien du Zendguig (14), Néocomien du Ben Younès (22), Aptien du Mrilah (60), Trias du Zebeus (52) et de l'Hadifa (26).

Ainsi s'explique la relation que l'on a pu remarquer entre les *transversales*, que je propose, et les *alignements transversaux des points hauts*, que M. PERVINQUIÈRE a notés au nombre de quatre dans la Tunisie centrale[4] :

1. Plus au N. cette transversale passe aux points d'inflexion des arcs, qui relient le Bireno à l'Ajered (PERVINQUIÈRE, p. 436, schéma). Plus au Nord des arcs analogues escortent l'Ouenza (Messloula).

2. Entre Gabès et Kairouan, la limite du pays montagneux et des plaines du Sahel (de Sousse et Sfax) est une ligne NS. : les anticlinaux, qui courent dans cette zone-limite dessinent des guirlandes aussi accentuées que celles du pays de Gafsa et l'on peut concevoir une transversale qui passe au Trozza (PERVINQUIÈRE, *loc. cit.*, p. 337. Voir aussi mon dernier schéma, fig. 5).

3. THOMAS. Schéma orotectonique, *loc. cit.*, I.

4. PERVINQUIÈRE, *loc. cit.*, p. 332.

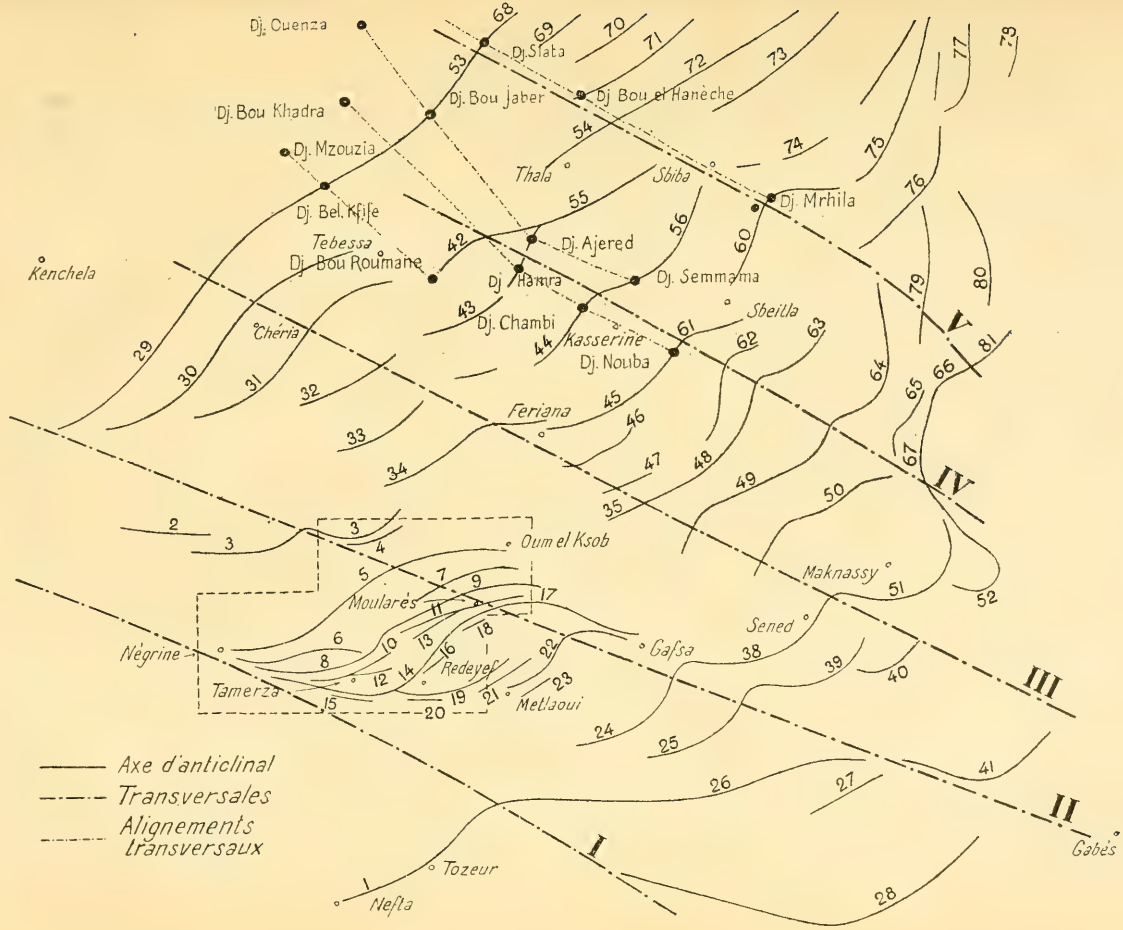


FIG. 4.

SCHÉMA DES GUIRLANDES DE PLIS DU SUD-TUNISIEN.
1/2000000.

I, Transversale de Négrine ;
II, T. de Gafsa ;
III, T de Fériana ;
IV, T. de l'oued Hattob ;
V, T. de Sbiba.

Mzouzia-Bou Roumane ; — Bou Kadra-Nouba ; — Ouenza-Semmama ; Haraba-Mrilah.

Ceux-ci encadrent celles-là. C'est particulièrement net sur mon schéma (fig. 4) pour la *transversale de l'Oued el Hattob.* Pareillement la *transversale de Négrine* longe un alignement de *points hauts secondaires*, extrémités des croissants des montagnes de Négrine; et la *transversale de Gafsa* passe continuellement au Sud d'un alignement transversal de *points hauts secondaires* : Ben Younès (22), Bou Ramli (17), Djellabia (7), Zrega (5).

c) Relations entre le Sud et le Centre de la Tunisie. — Ce qui précède m'amène tout naturellement à comparer ces deux régions.

Elles ont été modelées ensemble par le croisement de deux ondes tectoniques : même cause, donc ; mais des résultats bien différents ici et là. Dans le Centre, des anticlinaux droits, serrés, rectilignes; dans le Sud, des anticlinaux déversés, espacés, flexueux. Progressivement, le *plan axial* des plis, vertical dans le Centre, s'incline, dans le Sud-Tunisien, de plus en plus vers le Sahara — attestant ainsi une tendance à la formation de l'*éventail* [1].

Dans le Sud-Tunisien, le long d'une même *transversale* — (celle de Gafsa en est un bon exemple) — le dessin des *articulations* varie du rebroussement anguleux à la double inflexion, suivant que les ondes successives ont été plus ou moins *retardées* en ces points. Mais pour être ainsi variable, la résistance opposée à la progression du plissement n'en demeure pas moins *localisée au voisinage* de ces *transversales* : les montagnes de Négrine, dès les environs de Tamerza, le massif de Moularès, auprès d'Aïne Moularès surtout, le raccord du Stah (22) et du Ben Younès (22) sont ainsi les points les plus violemment plissés de la région, que j'ai étudiée au début [2]. Le Trias apparaît à l'Hadifa (26) et au Zebbeus [3] (52) en de pareils points d'inflexion énergique des plis et par le jeu de réactions analogues.

A mon sens, ces *transversales* du Sud-Tunisien, poursuivies dans le Centre, forment liaison entre ces deux régions : entre ces deux physionomies tectoniques voisines, elles accusent en effet une parenté étroite.

Si les inflexions horizontales du plissement se font rares dans

1. Ritter, *loc. cit.*, p. 93.

2. C'est en ces points que se montrent les plis secondaires, soulignant ce serrage local du plissement (voir : fig. 2 et 4).

3. Les pointements triasiques du Zebbeus, comme celui du Dj. Hadifa, sont très limités.

le Centre, d'amples ondulations verticales n'y continuent pas moins d'affecter les axes des anticlinaux et des synclinaux. Aussi, en pénétrant dans cette zone, les *transversales* cessent d'être de véritables arêtes de rebroussement de guirlandes, pour n'être plus que les lieux géométriques transversaux des points bas des axes des anticlinaux et des points hauts des axes des synclinaux.

Ainsi la longue aire synclinale : Dyr Kalaat es Snam Houd[1], la cuvette synclinale du Bled Zelfane, celle du Char se relèvent sur les transversales de l'Oued Hattob et de Sbiba. Sur ces mêmes lignes s'opèrent la convergence ou l'abaissement périclinal des plis anticlinaux. Les vastes dômes du Kef et de Maktar viennent finir de même sur la transversale du Trozza. Le long des transversales, dans le Sud, l'onde du plissement longitudinal semblait être *mise en retard*; dans le centre, en ces points-là, elle paraît *amortie* sur place.

Comme dans le Sud d'ailleurs, des dômes brusques, des pointements anormaux attestent dans le voisinage de ces lignes des efforts locaux singulièrement violents[2] : vers la transversale de l'Oued Hattob, le Trias du Zbissa, du Chambi, le dôme du Maargueba ; vers la transversale de Sbiba, les dômes aptiens de l'Harraba, de l'Hamaïma, du Slata, du Zrissa, du Bou el Haneche, Mhrila, le Trias du Slata et de la Koudiat el Halfa ; vers la transversale du Trozza, le Trias du Lorbeus et du Trozza, les dômes cénomaniens au S. de Maktar, le dôme aptien du Trozza[3].

Tout cela marque la transition insensible entre l'*avant-pays*, pays de guirlandes, et l'*arrière-pays*, pays de dômes, tient-on compte en même temps dans cette comparaison du degré d'avancement si différent de l'ablation en ces deux régions.

2. — Sud-Algérien.

a) Massif de l'Aurès[4]. — On peut prolonger, dans le Département de Constantine, les trois *transversales* de Feriana, de Gafsa, et de Négrine :

La première se poursuit entre le Djebel Chettaïa et le Djebel

1. Ici le *synclinal perché* est comparé par les Arabes à une *auge* (voir aux environs de Morsott : l'*Haoud es srir* et l'*Haoud el kebir*. Carte à 1/100 000 de Tunisie, n° XXXIV).

2. Pervinquière. *Ibid.*, p. 332 à 340 et carte géologique à 1/200 000.

3. Dans le Nord seulement, vers le géosynclinal tellien, quelques nappes de charriage donnent des affleurements plus étendus de ce terrain (voir Blayac et Gentil : Trias de Souk Ahras. *B. S. G. F.*, (3), XXV, p. 523, 1897, et Ficheur : Massif du Chettaba. *B. S. G. F.*, (3), XXVII, p. 85, 1899).

4. Voir cartes à 1/200 000 d'Algérie, n° 27 (Batna), n° 28 (Aïne Beïda), n° 38 (Aurès), n° 39 (Cheria) ; consulter aussi la feuille récente de Sidi Okba, n° 49.

Tafrennt, à l'Est de Kenchela; plus loin, entre le Djebel Bou Arif et le Djebel Fedjoudj à l'Est de Batna.

La seconde, de Guentis, se dirige sur Arris, au Sud-Ouest du Chélia; puis vient passer à mi-distance entre Lambèse et Mac-Mahon.

La dernière, de Négrine, par Ferkane, Liana, Baniane, atteint l'Oued el Kantara au voisinage d'El Outaïa.

En suivant sur la carte à 1/200 000 les descriptions de Coquand[1], de Tissot et de M. Blayac, on observera, en effet, que les *inflexions* des plis, les extrémités de *croissants*, les *points hauts* et les *points bas* des anticlinaux s'accordent avec ce tracé.

Pour l'Aurès proprement dit — pays de plis serrés, à peine flexueux — la définition précise qu'en a donnée M. Ficheur[2], cadre bien avec ces idées générales. L'anticlinal central (pli du Lazereg, continué plus à l'Est par le Chélia et le Noughis) s'abaisse et s'infléchit sur les deux *transversales* de Négrine et de Gafsa. Les synclinaux adjacents (Ahmar Khaddou et Mahmel) viennent finir à zéro sur ces lignes. Dans le voisinage de ces zones extrêmes du massif, des anticlinaux secondaires convergent sur les plis principaux (Djebel Taktiout).

Au Sud de la transversale de Négrine, la *bande* transversale, qui contient les chotts Djerid et Melrir, apparaît comme une longue *zone d'ennoyage* du plissement : elle date de la mer cartennienne[3].

b) Massif du Djebel Amour et pays des Oulad Naïl. — A sa belle étude sur cette contrée, Ritter a joint une carte tectonique à 1/800 000 ; il est facile d'y tracer trois *transversales* :

La transversale du Rocher de Sel : une droite définie par ce point et par la source d'Aïn Rich.

La transversale du Lazereg, qui passe, à l'E. de Messaad, au point de convergence de la chaîne méridionale ; puis à Aïne-Ibel ; au point d'inflexion de la chaîne de Lazereg et du Bon-Chekane ; enfin à la bifurcation du Djebel Alleg (cote 1406).

La transversale de Lagouat passe exactement par cette localité ; puis à mi-distance de Tadjemont et d'Aïne Mahdi ; enfin vers la cote 1258 du Daït et Tarfess et la cote 1250 du Djebel el Ablad.

Ces transversales comprennent entre elles deux *bandes*, équivalentes des deux amygdales de Ritter : la bande d'Aflou et celle de Djelfa.

1. Coquand, *op. cit.* : entre autres : p. 94, 93, 128, 135, 157, 163.
2. Ficheur. Plissement de l'Aurès. *CR. Ac. Sc.*, 20 juin 1898.
3. Gautier. *La Géographie*, 15 février 1910. Les Hauts Plateaux algériens, cartes, p. 91, 93 et 95.

Fig. 5. — Schéma des Transversales de l'Atlas saharien (Algérie et Tunisie). — 1/6 000 000.
1, Transversale du Trozza; 2, T. de Sbiba; 3, T. de l'Oued Hattob; 4, T. de Fériana: 5, T. de Gafsa; 6, T. de Négrine; 7, T. du Bordj Oued Chaïr; 8, T. du Rocher de Sel; 9, T. du Lazereg; 10, T. de Lagouat; 11, T. du Rhoundjaïa; 12, T. de Figuig.

Comme dans les régions précédentes, ces transversales se trouvent ici définies à la fois comme *alignements de points bas*, *de points d'inflexions* des anticlinaux, et comme lieux géométriques des points *de relèvement ou d'étranglement des aires synclinales*[1]. Les observations de détail justifient l'assimilation de ce pays au Sud-Tunisien : ici encore, des anticlinaux principaux et des anticlinaux secondaires[2] — des « plis en chevrons » et des « plis en dômes » —, des anticlinaux s'épanouissant ou s'infléchissant brusquement[3], *des plis en accent circonflexe* : Djebel Lazereg.

Les « pointements anormaux de sel gemme et de gypse », que Ritter passe en revue au début de son étude[4], se groupent au voisinage des *transversales*, que je propose. L'explication de ces *typhons*[5] pourrait bien être alors celle que j'indiquais en parlant des *points hauts secondaires* du Sud-Tunisien. Pour Ritter, l'amygdale est une surface gauchie avant le plissement[6] ; supposons que, pareillement, la *bande* transversale ait fléchi tout d'abord, en faisant saillir, entre elle et ses voisines, une longue ondulation : *la transversale*. Le plissement postérieur, — qui va dessiner des anticlinaux ENE. en modelant une surface déjà ondulée ainsi suivant une direction ESE. — éprouvera des réactions d'intensité singulièrement différente sur la *transversale* d'une part et au milieu de la *bande* d'autre part. Ici, une ample ondulation se propagera aisément. Là, les résistances feront naître des plis serrés, dégénérant en plis-failles, ou bien elles se traduiront par des glissements entre strates, dégénérant en déchirures du manteau superficiel sur un substratum inattendu. Ainsi ces anomalies, qui donnent par place les apparences d'un *pays de nappe*[7] à des régions par ailleurs peu compliquées[8], seraient localisées à l'intersection des *transversales* et de certains plis : M. Termier l'a dit dans ses « Notes de tectonique tunisienne et constantinoise » : « Ce n'est point le Trias qui est la cause des anomalies tectoniques ; ce sont d'antérieures anomalies tectoniques, qui sont causes de l'apparition du Trias ».

A l'Est, il se peut qu'une *transversale* intermédiaire passe

1. E. Ritter. *Op. cit.*, p. 55, 63, 67, 72 et 76.
2. Ibid., p. 62, fig. 4, p. 68, p. 69 bas, p. 95, fig. 10.
3. Ibid., p. 64, 74, 95.
4. Ibid., p. 15.
5. Thomas. *Op. cit.*, II, p. 243.
6. Ritter. *Op. cit.*, p. 94 et 95.
7. Pervinquière, p. 335 : citation de Marcel Bertrand.
8. Termier. Tectonique tunisienne et constantinoise. *B. S. G. F.*, (4), VIII, p. 102, 1908.

vers le Bordj de l'Oued Chaïr et à l'extrémité SW. du Zahrez Chergui, au Sud de Bou Saada : entre cette ligne et la transversale de Négrine, la chaîne des monts Aroussine, Gouara, Es-Sniah, Bou Rhezal dessine un croissant au Nord de Biskra et des oasis du Kaïdat des Zibbane[1].

c) Monts de Ksour[2]. Vers l'Ouest les plis redeviennent plus flexueux, en même temps que les *croissants* s'allongent singulièrement. On remarque deux directrices bien nettes :

A l'Ouest la transversale de Figuig débute à l'Est du Djebel Béchar — vers la faille du Mezarif — allant ensuite passer aux inflexions, qui relient le Djebel Grouz au Djebel Zelmou, plus au Nord-Ouest le Djebel el Haouanet au Djebel el Korima : *elle pénètre au Maroc.*

A l'Est, la transversale du Rhoundjaïa[3] passe à l'Est de Brézina, à Arba Tahtani, et atteint la station d'Aïne ben Khelil, après avoir traversé l'inflexion des longues chaînes des monts Afzouz et Aïounet bou Daoud au Nord, des monts Defali et Bou-Nougla au Sud, séparées par le *synclinal perché* du Rhoundjaïa.

Vers Géryville, une transversale complète peut-être ce système de *parallèles à peu près équidistantes* que des pointements triasiques continuent d'escorter jusque dans le Sud-Oranais (Djebel Malha à l'Ouest de Maâma ; Djebel el Aradha au Nord-Est d'El Abiodh Sidi Cheikh).

Conclusion

L'Atlas saharien ne serait donc ni un chapelet de *véritables amygdales*, ni un simple faisceau de *plis en coulisse* : de la frontière marocaine à la Tunisie centrale, courent de longues *guirlandes* de plis aux rebroussements plus ou moins atténués, assez flexueuses cependant pour que de leur ensemble se dégage un curieux système de *transversales*.

Tenter de poursuivre *ces séries de croissants* — sans discontinuité, sans relaiement — ce serait exagérer mon interprétation : cette forme élémentaire du croissant ne se trouve parfaite que par place, surtout à la limite sud du pays plissé[4] ; ailleurs, elle n'est le plus souvent qu'amorcée au voisinage d'une *articulation* (*montagnes en accent circonflexe*) ou bien elle se dissimule, en apparence, dans le dessin d'*une chaîne complexe*[5].

1. Voir carte à 1/200 000 d'Algérie, n° 37 (El Kantara) et n° 48 (Biskra).
2. Voir capitaine Gendre, article cité de la *Revue Tunisienne*.
3. En arabe, le *synclinal* perché est ici comparé à une *cuillère*.
4. M. Savornin distingue la pression venue du Nord comme seule *active* (*CR. Ac. Sc.*, 27 déc. 1909, p. 1412).
5. Chaîne du Tseldja, plateau des Nemencha, chaîne du Metlili-Nattah ; et aussi chaîne Nord-Sud tunisienne.

Les *transversales* n'en définissent pas moins les divisions naturelles de cette longue chaîne. Comme M. E. Ritter l'avait déjà vu [1], comme M. Savornin [2] l'a dernièrement précisé, ces *bandes transversales* furent plissées successivement de l'W. à l'E. entre le Sénonien et le Pliocène ; en sorte que chacune d'elles donne dans la chaîne saharienne un tronçon d'une physionomie caractérisée par l'âge des affleurements qui y prédominent, par la vigueur ou la mollesse du plissement : monts des Ksour, massif du Dj. Amour, pays des Oulad Naïl, massif de l'Aurès, pays des Chérias, plateau des Nemencha, pays des Oulad Sidi Abid....

Mais l'idée mécanique de Ritter envisageant un refoulement latéral présidant à la formation de *chaque* amygdale, peut être généralisée [3] : Ces tensions élémentaires auraient pour cause les réactions, que l'ensemble de cet avant-pays plissé a dû subir de la part de son cadre ; et ces forces extérieures se seraient réparties en deux groupes de forces opposées, correspondant aux deux directions de ce *plissement*.

a) Les plis longitudinaux ENE. résulteraient de la compression de ce socle continental, pris entre un *géosynclinal* au Nord (*Atlas tellien*) et un *bouclier* au Sud (Continent saharien).

b) Certains géologues ont voulu voir dans le système des transversales des plis posthumes d'une chaîne ancienne : nous avons bien la preuve [4] de plissements anciens en Tunisie, mais nous ignorons leur direction ; dans le Sud-Oranais le plissement ancien est Nord-Sud, et les transversales sont ESE [5]. Les *transversales* peuvent être dues au contraire aux réactions latérales nées au moment même du dernier plissement entre cette aire de surélévation de l'Afrique du Nord et les aires voisines effondrées depuis, à l'Est et à l'Ouest (*Tyrrhénide* et *Atlantide*). On n'aurait donc pas là un plissement en *deux temps*, mais en *deux mouvements concomitants*. Les deux ondes interférentes auraient *non pas superposé*, mais *composé* leurs effets.

...Ainsi ces pays du Moghreb feraient penser au plateau de l'Iran et dans l'Atlas saharien — figure semblable au grand arc persan — le Sud-Tunisien serait l'homologue du Beloutchistan [6].

1. Ritter, *op. cit.*, pp. 38, 83, 87.
2. Savornin, *loc. cit.*, p. 1411 (contours 1, 2, 3).
3. Ritter, p. 94, fig.
4. Pervinquière, *op. cit.*, p. 345.
5. Si cette direction des *transversales* ne cadre pas avec celle des *Saharides*, elle semble être parallèle à celle de la dorsale géographique du Sahara : Tassili des Azdjer, Tibesti, Ennedi (Chudeau : Sahara soudanais, grande esquisse hyps.).
6. Ém. Haug. *Traité de Géologie*, I, p. 319. Voir aussi : *B. S. G. F.*, (4), VI, 1906, p. 355, fig. 67, p. 208, et fig. 68, p. 209, arête de rebroussement de Pantellaria.

Évolution et Classification des Pulchelliidés

par **Henri Douvillé**[1].

Sommaire

Avant-propos : Historique, et exposé général.

I. Formes primitives.

A. Pulchelliinés : *Nicklesia*, *Pulchellia*, *Psilotissotia*, *Heinzia*, — *Pedioceras*.

II. Formes dérivées à premier lobe normal.

B. Mortonicératinés : *Mortoniceras*, *Gauthiericeras*, *Peroniceras*, — *Prionocyclus*, *Prionotropis*, — *Brancoceras*.

C. Acanthocératinés : *Acanthoceras*, *Stoliczkaia*.

D. Mantellicératinés : *Raulinicerás*, *Mantelliceras*, *Mammites*.

E. Vascocératinés : *Vascoceras*, *Fagesia*.

F. Tissotiinés : *Pseudotissotia*, *Tissotia*.

III. Formes dérivées à premier lobe développé, avec tendance à la dissymétrie.

F. Hoplitoidinés : *Hoplitoides*, *Neoptychites*, *Hemitissotia*, *Leoniceras* (n. gen.), *Cœlopoceras*.

IV. Formes dérivées à lobes adventifs.

Plesiotissotia, *Libycoceras*.

Knemiceras.

Engonoceras.

Placenticeras, *Sphenodiscus*.

Bibliographie.

1. Douvillé. (Henri). Sur la classification des Cératites de la craie. *B. S. G. F.*, (3), XVIII, p. 275, 1890.

2. Sayn. Description des Ammonitidés du Barrémien du Dj.Ouach (près Constantine). *Ann. Soc. Agric. Lyon*, (2), III, 1890.

3. Douvillé (Henri). Sur le *Tissotia Tissoti*. *B. S. G. F.*, (3), XIX, p. 499, 1891.

4 et 6. Nicklès. Contribution à la Paléontologie du S. E. de l'Espagne. *Mém. S. G. F.*, *Paléontologie*, I, 1891 et IV, 1894.

5. Grossouvre (A. de). Les Ammonites de la Craie supérieure. *Mém. Serv. Carte géol. Fr.*, 1893.

7. Parona et Bonarelli. Fossili albiani d'Escragnolles, nel Nizzardo e della Liguria occidentale. *Paleontogr. ital.*, II, 1896.

8. Peron. Les Ammonites du Crétacé supérieur de l'Algérie. *Mém. S. G. F.*, *Paléontologie*, VI et VII, 1896.

9 et 11. Koenen (von). Ueb. Fossilien d. unteren Kreide, am Ufer des Mungo in Kamerun. *Abh. d. k. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen*, *Neue Folge*, I, 1897.

— Nachtrag. *Ibid.*, I, 1898.

10. Gerhardt (K.). Beitr. z. Kenntn. d. Kreideformation in Venezuela, Peru und Columbien, in Steinmann. Beitr. z. Geol. und. Palaeont. von Sud-Amerika. *N. Jahrb.*, *Beilage*, XI, 1897.

1. Note présentée à la séance du 1er mai 1911.

12. Böhm (Joh.). Ueb. *Ammonites pedernalis* Buch. *Zeitsch. d. deutschen geol. Ges.*, L, p. 183, 1898.
13. Sayn. Les Ammonites pyriteuses du Valanginien. *Mém. S. G. F., Paléontologie*, IX, 1901.
14. Hyatt (Alph.). Pseudoceratites of the Cretaceous. *Monogr. U. S. geol. Surv.*, XLIV, 1903.
15. Solger (Fried.). Ueb. die Jugendentwick. von *Sphen. lenticularis* und seine Beziehungen z. Gruppe d. Tissotien. *Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.*, LV, p. 69, 1903.
16. — Die Fossilien d. Mungokreide in Kamerun und ihre geologische Bedeutung (in Ernst Esch : Beitr. z. Geologie von Kamerun), 1904.
17. Douvillé (Robert). Sur des Ammonites du Crétacé sud-américain. *Ann. Soc. r. zoolog., et malac. Belgique*, XLI, 1906.
18. Pervinquière. Études de paléontologie tunisienne : Céphalopodes des terrains secondaires, 1907.
19. Sayn. Les Ammonites pyriteuses du Valanginien, 2e partie. *Mém. S. G. F., Paléontologie*, XV, 1907.
20. Vredenburg. The Ammonites of the Bagh beds. *Records geol. Surv. India*, XXXVI, part. 2, 1907.
21. Grossouvre (A. de). Descr. d. Ammonitidés du Crétacé sup. du Limbourg et du Hainaut. *Mém. Musée r. d'Hist. nat. Belgique*, IV, 1908.
22. Lisson (Carlos I). Contribucion al conocimiento sobre algunos Ammonites del Peru. *4e Congreso cientifico latino-americano, 1° panamericano*, celebrado en Santiago de Chile, Lima 1908.
23. Eck (Otto). Bemerkungen ueb. drei neue Ammoniten aus d. oberen egyptischen Kreide. *Sitz. d. Ges. naturf. Freunde*, 1909, n° 3.
24. — Die Cephalopoden der schweinfurthschen Sammlung aus d. oberen Kreide Egyptens (Inaugural dissertation), 1910.
25. Pervinquière. Sur quelques Ammonites du Crétacé algérien. *Mém. S. G. F., Paléontologie*, XVII, 1910.
26. Sommermeier. Die Fauna d. Aptien und Albien in nördlichen Peru. *Neues Jahrb., Beilage*. XXX, 1910.
27. Eck (Otto). Vorlaüfige Mittheilungen über die Bearbeitung d. Cephalopoden d. schweinfurthschen Sammlung. *Monatsb. d. deutschen geol. Gesells.*, LXII, 1910, n° 4, 1911.
28. Douvillé (Henri). Évolution et classification des Pulchelliidés. *Compte rendu somm. des Séances de la Soc. géol. de Fr.*, 24 avril 1911.

Avant-propos : **Historique et exposé général.**

Le point de départ de cette étude est la note que j'ai publiée en 1890 (*Bibliogr.* n° 1) sur la classification des Cératites de la Craie ; j'en résumerai rapidement les points principaux :

« La classification doit être phylogénique ; elle ne fait que reproduire l'arbre généalogique du groupe considéré.

« Dans les Ammonites, les meilleurs caractères des *familles* paraissent devoir être fournis par le *plan de la cloison* ; l'ornementation des flancs paraît également assez constante dans chacun de ces groupes.

« La forme et l'ornementation de la région ventrale ne donnent que des caractères génériques ».

D'après ces principes, je proposais de réunir dans une famille des *Pulchelliidés* toute une série de formes crétacées, comprenant des espèces à région ventrale arrondie (*Stoliczkaia*, *Scaphites*) ou carénée (*Tissotia*), ou bicarénée (*Pulchellia*, *Neolobites*), et différant essentiellement des Hoplitidés par leurs cloisons.

Je montrais également que le genre *Schlœnbachia* dans lequel on rangeait la plupart des formes carénées de la craie, était hétérogène : « Ce genre contient des formes appartenant à des branches très distinctes ; en particulier les *Ammonites texanus* (type du genre *Mortoniceras* Meek) et *inflatus* se rapprochent de certains *Acanthoceras*, tandis que l'*Amm. varians* par ses lobes trifurqués et par l'ornementation de ses flancs doit être rattaché aux Hoplitidés. » Je proposais « de prendre cette dernière espèce comme type du genre *Schlœnbachia* ».

J'ajoutais que le genre *Acanthoceras* lui aussi était hétérogène et comprenait au moins deux groupes très différents par leurs cloisons, le groupe *Martini-mamillaris* et le groupe *Lyelli-rothomagensis*, ce dernier avec des cloisons rappelant celles des Pulchelliidés, et comprenant en outre les *Amm. gladiator*, *versicostatus*, *Senequieri*, etc.

Une autre de mes conclusions et que je montrerai plus loin ne pouvoir être maintenue, bien qu'elle ait été généralement admise, est celle par laquelle je rattachais les *Placenticeras-Sphenodiscus* aux Hoplitidés. Un point seulement à retenir : je considérais les lobes adventifs[1] comme le développement de certains lobules, et en particulier de ceux du premier lobe latéral.

Peu après, M. René Nicklès (*Bibliogr. n°* **4** et **6**, 1891-94) acceptait cette manière de voir pour le genre *Schlœnbachia* qu'il restreignait aux formes dérivées des *Hoplites* et donnait d'excellentes figures des cloisons des *Pulchellia*.

M. A. de Grossouvre (*Bibliogr. n°* **5**, 1893) reprenait les deux groupes que j'avais proposés pour les Acanthocératidés, donnait au premier le nom de *Douvilleiceras* (type *Amm. mamillaris*), réservant le nom d'*Acanthoceras* pour le second et le rattachant franchement aux Pulchelliidés.

En 1898, J. Böhm (*Bibliogr. n°* **12**) étudiait particulièrement les espèces dont la cloison est compliquée par le développement de lobes adventifs et distinguait plusieurs genres d'après le nombre de ces lobes : 4 lobes adventifs dans les *Engonoceras* Neum. et Uhlig

1. On a donné le nom de lobes adventifs à ceux qui viennent s'intercaler entre le lobe siphonal et le premier lobe latéral.

(type *Amm. Stolleyi*), deux seulement dans les *Placenticeras* Meek (formes bicarénées) et les *Sphenodiscus* Meek (formes tranchantes) ; il proposait le genre nouveau *Knemiceras* pour le groupe de l'*Amm. syriacus*, dans lequel il distinguait comme je l'avais fait moi-même (*Bibliogr. n°* **1**) 4 lobes adventifs.

Je laisse de côté la classification des Ammonites de Hyatt dans le Text Book de Zittel (traduction Eastmann) où il n'est tenu à peu près aucun compte des relations phylogéniques, les *Cosmoceras* jurassiques étant par exemple rapprochés des *Douvilleiceras* crétacés et j'arrive immédiatement au très important mémoire de Hyatt sur les Pseudocératites du Crétacé (*Bibliogr. n°* **14**, 1903), publié après sa mort par Stanton : l'auteur établit trois divisions de premier ordre, *Mammitida* comprenant 7 familles (parmi lesquelles les *Tissotidæ* et les *Sphenodiscidæ*) et 22 genres, les *Cosmoceratida* avec 3 genres seulement (*Vascoceras*, *Tolypeceras*, *Barroisiceras*) et les *Mantelliceratida* comprenant 7 familles (parmi lesquelles les *Pulchelliidæ*, les *Knemiceratidæ*, les *Engonoceratidæ* et les *Placenticeratidæ*) et 26 genres. La subdivision des genres est poussée à un degré excessif, au genre *fagot* primitif est substitué le genre *brindille*, mais la reconstitution des rameaux ne semble pas avoir été tentée.

A tous ces travaux viennent s'ajouter ceux de M. Solger (*Bibliogr. n°* **15**) sur le *Sphenodiscus lenticularis*, de MM. von Koenen (*Bibliogr. n°* **9** et **11**) et Solger (*Bibliogr. n°* **16**), sur les Ammonites du Kamerun, de M. Sayn sur les Ammonites du Dj. Ouach (*Bibliogr. n°* **2**) et sur celles du Valanginien (*Bibliogr. n°* **17** et **19**) ; je dois donner une mention spéciale aux études si importantes de M. Pervinquière sur les faunes de Tunisie (*Bibliogr. n°* **16**) et de l'Algérie (*Bibliogr. n°* **24**) dans lesquelles un très grand nombre de genres sont distingués et étudiés (51 dans le premier de ces mémoires) ; je dois citer aussi les travaux sur la faune sud-américaine publiés sous la direction de M. le professeur Steinmann parmi lesquels je mentionnerai particulièrement ceux de MM. Gerhardt (*Bibliogr. n°* **10**) et Sommermeier (*Bibliogr. n°* **24**), ainsi que ceux qui sont dus à M. Robert Douvillé (*Bibliogr. n°* **17**) et à M. Carlos I. Lisson (*Bibliogr. n°* **21**), ce dernier inaugurant brillamment l'entrée du Pérou dans le mouvement scientifique mondial.

Je citerai encore une note très intéressante de M. Vredenburg (*Bibliogr. n°* **20**) sur des Ammonites recueillies dans les couches de Bagh, dans la vallée de la Basse-Narbada (Inde centrale) ; ces Ammonites attribuées, les unes aux *Placenticeras* et les autres à un genre nouveau *Namadoceras* se rapprochent incontestablement des *Cœlopoceras* du Turonien supérieur.

On voit combien sont nombreux les travaux publiés dans ces dernières années et encore ai-je laissé de côté ceux qui ne se rattachent pas directement à l'objet de cette note, tels que les mémoires si importants de M. le professeur Uhlig sur les faunes néocomiennes de l'Allemagne et de l'Himalaya, ceux de M. Sinzow sur celles de Russie, ceux de MM. Parona et Bonarelli (*Bibliogr. n°* 7) et de M. Jacob sur l'Albien.

J'ai eu moi-même récemment l'occasion d'étudier de nombreuses Ammonites recueillies dans l'Afrique du Nord et provenant notamment des collections Jullien, Tissot, Chaper, Aubert, Lefebvre, etc. ; en utilisant ces nouveaux matériaux il m'a semblé qu'il était possible d'établir les relations de toutes ces formes avec plus de précision qu'on ne l'avait fait jusqu'à présent. L'objet de cette note est donc d'essayer de reconstituer l'*évolution des Pulchelliidés*. On verra que j'ai été ainsi amené à modifier certaines des conclusions de ma note de 1890, bien qu'elles aient été généralement adoptées depuis ; c'est le cas notamment pour les *Placenticeras* et *Sphenodiscus* qui me paraissent devoir être rattachés aux Pulchelliidés et non aux Hoplitidés.

Je dois faire tout d'abord une remarque générale : c'est que la simplification des cloisons et la tendance au type cératitoïde n'est pas un caractère de groupe, mais seulement un caractère d'évolution ; il se rencontre aux extrémités des rameaux et ne peut guère caractériser que des genres.

Plus importantes sont les modifications que présente le premier lobe latéral : tantôt il conserve sa forme normale symétrique comme dans les Pulchelliinés typiques ; ce premier rameau se prolonge par les Mortonicératinés, les Acanthocératinés, les Mantellicératinés et les Vascocératinés. Un des derniers termes correspond aux Tissotiinés à cloisons de Cératites.

Dans un second rameau le premier lobe latéral s'élargit avec une tendance à la dissymétrie, il devient oblique, la partie externe se développant davantage que la partie interne ; en même temps les lobules s'individualisent de plus en plus. C'est le rameau des Hoplitoïdinés.

Cette tendance à l'individualisation des lobules aboutit à la formation de lobes adventifs ; il en résulte des genres particuliers qui doivent être rattachés aux groupes précédents :

Les Ammonites d'un premier type n'ont qu'un seul lobe adventif provenant du développement du lobule médian de la selle externe, elles se rattachent alors aux Tissotiinés (*Libycoceras*).

Un second type avec deux lobes adventifs résulte de la modification précédente à laquelle vient s'ajouter le dédoublement du premier lobe latéral ; on le voit esquissé dans *Hemitissotia batnensis*, mais il avait été réalisé bien plus anciennement dans *Knemiceras* ; il se continue par *Placenticeras et Sphenodiscus*.

Le troisième type est le plus compliqué, il présente quatre lobes adventifs correspondant aux trois lobules externes du premier lobe latéral quadripartite et au lobe médian de la selle externe. Il est esquissé dans *Cœlopoceras* et réalisé dans *Engonoceras*.

Enfin un quatrième type avec trois lobes adventifs seulement dérive comme le précédent des Hoplitoïdinés, le premier lobe latéral étant seulement tripartite ; il est esquissé dans certains *Cœlopoceras* et dans *Leoniceras segne* et réalisé dans quelques types assez rares qui ont été confondus quelquefois avec *Placenticeras* ; il serait préférable de les réunir au moins provisoirement aux *Engonoceras*.

I. Formes primitives.

A. — **Pulchelliinés**.

D'après Sayn (*Bibliogr. n°* **19**), les Pulchelliidés apparaîtraient dans le Valanginien où ils seraient représentés par des formes à région ventrale tranchante (*Garnieria*) et par des formes bicarénées rares (*Delphinites*) ; ils dériveraient des *Oxynoticeras* du Jurassique supérieur de la Russie. Ces premiers Pulchelliidés sont connus dans l'Allemagne du Nord, le Jura et le Sud-Est de la France; mais dès le Barrémien ce groupe prend un développement considérable dans le Sud-Est de la France, en Algérie (Dj. Ouach) et en Espagne (Alcoy) ; il s'étend à l'Est jusqu'en Roumanie et à l'Ouest dans l'Amérique du Sud, où une faune très riche est connue depuis longtemps à ce niveau dans la Nouvelle-Grenade ; elle a été décrite par Karsten[1] dès 1886. Dans nos régions elle a été principalement l'objet des travaux de MM. Sayn (1890, *Bibliogr. n°* **2**) et Nicklès (1891 et 1894, *Bibliogr. n^os* **4** et **6**). En 1903, Hyatt (*Bibliogr. n°* **14**) divise l'ancien genre *Pulchellia* en deux familles d'après l'ornementation :

1° *Heinziidæ*, dans lesquels les côtes se terminent sur la région ventrale par des tubercules allongés dans le sens de l'enroulement,

1. H. Karsten. Die geognostischen Verhältnisse Neu Grenada's. *Verh. d. Versammlung deutscher Naturforscher in Wien*, 1856.

et souvent doubles, comprenant les genres *Heinzia* Sayn[1] (*H. Sayni* = *provincialis* Sayn), *Carstenia* Hyatt (*C. Lindigi* Karsten), *Gerhardtia* Hyatt (*G. galeatoides* Karsten), toutes ces formes sont relativement épaisses et à ombilic un peu découvert.

2° *Pulchelliidæ*, comprenant les formes aplaties et à ombilic fermé : *Nicklesia* Hyatt (*N. Dumasi* d'Orb.), à région ventrale arrondie, *Subpulchellia* Hyatt (*Œhlerti* Nicklès), à région ventrale tronquée, *Pulchellia* Uhlig (*compressissima* d'Orb.), *Psilotissotia* Hyatt pour les formes carénées (*Chalmasi* Nicklès), *Lopholobites* Hyatt (*Cotteaui* Nicklès), avec des lobes non denticulés.

Or, lorsqu'on examine l'ensemble de ces formes telles qu'elles ont été figurées par Karsten, par Nicklès (*Bibliogr. n°* 4 et 6) et par Hyatt, on est frappé de leur analogie extrême ; les divisions établies par Hyatt manquent de netteté, leur délimitation est souvent incertaine et lorsqu'on réfléchit que toutes ces formes ont vécu simultanément en France, comme en Afrique et en Amérique, il semble bien qu'on ait là une seule famille et en prenant ce mot dans un sens très étroit, plus étroit qu'on ne le prend d'ordinaire en Paléontologie. L'ornementation des flancs est toujours la même avec ses côtes mousses plus ou moins larges, ordinairement simples et de longueur inégale, rarement bifurquées, infléchies en avant dans la partie externe, avec une ondulation médiane plus ou moins marquée. Sans doute ce type présente des variations nombreuses, comme on l'observe toujours dans les périodes de grand développement ; ces variations affectent principalement la région ventrale et on pourrait d'après ce caractère distinguer trois genres, *Nicklesia* pour les formes à région ventrale arrondie, *Pulchellia* pour les formes bicarénées et *Psilotissotia* pour les formes tranchantes ou carénées ; peut-être pourrait-on conserver le genre *Heinzia* Sayn (type *H. provincialis* d'Orb.) caractérisé par le dédoublement des tubercules externes (par l'adjonction d'un tubercule externo-latéral), mode d'ornementation qui prendra une grande importance dans les *Acanthoceratinæ*. Les autres divisions n'auraient plus que la valeur de sous-genres ou de sections.

L'examen de la cloison vient confirmer la parenté étroite de toutes ces formes ; si l'on se reporte aux excellentes figures qui

1. L'une des espèces, par suite d'un lapsus, est indiquée *H. Corioli* au lieu de *H. Lorioli* Nicklès.

en ont été données par Nicklès (*Bibliogr.* n° 4), principalement dans la planche III (X), on peut bien se rendre compte du développement uniforme que la cloison présente dans tout le groupe : on peut distinguer un premier stade (fig. I, 1, III, 3, IV, 4) où la cloison se compose d'une large selle externe (s^1) avec un petit lobule médian (s^1l), d'un premier lobe l^1 en forme de sac arrondi et d'un nombre variable de lobes accessoires ; immédiatement après, une pointe apparaît à l'extrémité du premier lobe latéral (III, 3*a*), mais ce deuxième stade impair ne persiste pas et la division du lobe devient paire, presque toujours par la bifurcation du premier lobule dont les deux parties s'individualisent rapidement en même temps que des denticules secondaires envahissent plus ou moins les lobes et les selles (fig. 1*c*).

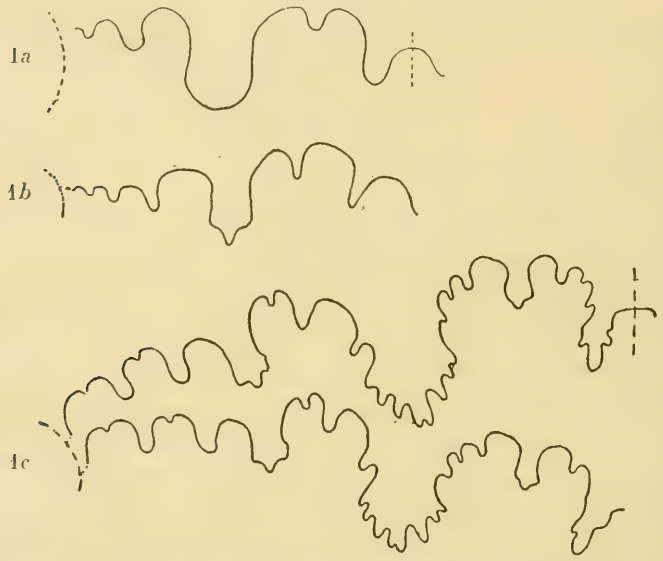


Fig. 1. — Cloison de *Psilotissotia Chalmasi* Nicklès (*Bibliogr.* n° 4), pl. III, fig. 3. Stades primitifs infantiles et adulte d'après cet auteur.

D'autres fois la division des lobes paraît devenir paire par le développement d'un second lobule (fig. 2 à 7) qui arrive à prendre une importance égale au premier.

Aux formes que je viens d'énumérer il faut ajouter un certain nombre d'espèces de l'Amérique du Sud figurées par Karsten et par Gerhardt (*Bibliogr.* n° 10) : une espèce subcarénée, *Leonhardi* Karst., qui semblerait former le passage des *Nicklesia* aux *Psilotissotia* ; mais la même espèce est figurée par Gerhardt comme franchement carénée (*loc. cit.*, pl. III, fig. 10). Les formes voisines

subtuberculata Gerh. et *flexuosa* Gerh. (*loc. cit.*, pl. III, fig. 12, et pl. IV, fig. 1) ne peuvent être maintenues dans le

Fig. 2. — Cloison de *Pulchellia compressissima*, in Nicklès (*Bibliogr. n°* 4), pl. III, fig. 1.

Fig. 3. — Cloison de *P.* cf. *pulchella*, in Douvillé (*Bibliogr. n°* 1), fig. 6.

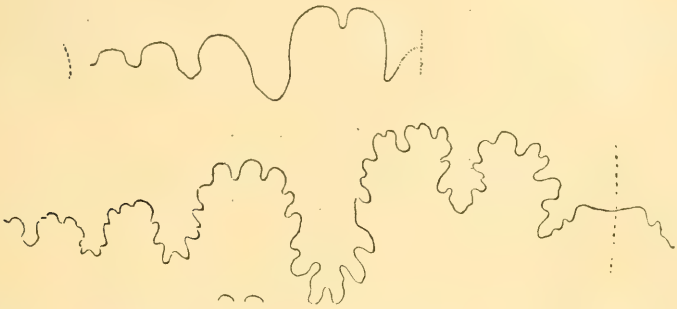


Fig. 4. — Cloison de *Psilotissotia Mariolæ* Nicklès (*Bibliogr. n°* 4), pl. III, fig. 5.

genre *Schlœnbachia* qui appartient comme je l'ai indiqué depuis longtemps (*Bibliogr. n°* 1) aux Hoplitidés; il faut encore les rattacher aux *Psilotissotia*.

Un autre groupe de position incertaine est celui des *Pedioceras* Gerh. (*Bibliogr. n°* 8, p. 170) dont les formes types *caquesensis* Karst. et *ubaquensis* Karst. rappellent beaucoup les *Mantelliceras* par leurs tours renflés, leurs côtes épaisses et leur double rangée de tubercules sur la région ventrale; malheureusement la cloison n'est pas connue.

Fig. 5. — Cloison de *Pulchellia Haugi* Nicklès (*Bibliogr. n°* 6), pl. X, fig. 13.

A ce grand développement du groupe des *Pulchellia* dans le Barrémien, succède une éclipse complète, au moins dans nos régions; mais le groupe se maintient dans le Nord de l'Amérique du Sud où Gerhardt (*Bibliogr. n°* 10) signale à ce niveau un *Hoplites* cf. *Ottmeri* Neum.-Uhl. qui serait plutôt un *Nickle-*

sia, un *Pedioceras cundinamarcæ* Gerh., et une mutation très intéressante de *Psilotissotia subtuberculata* sous le nom de *Schlœnbachia rhombifera* Gerh. ; comme on ne peut vraiment pas la séparer génériquement de cette dernière espèce, il semble préférable de la considérer comme une forme extrême du genre *Psilotissotia*.

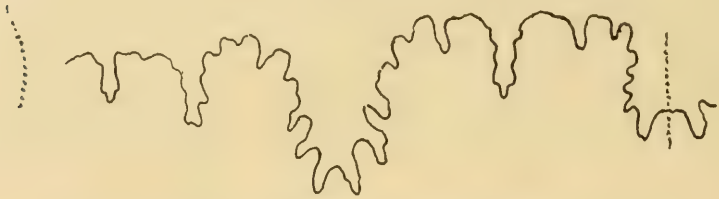


Fig. 5. — Cloison de *Pulchellia provincialis* d'Orb., in Gerhardt (*N. Jahrb.*, *Beilage*, XI, 1897, p. 153).

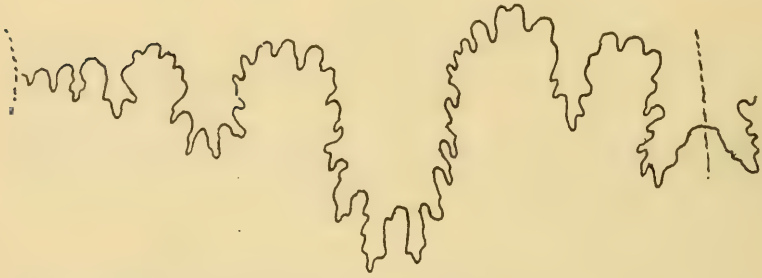


Fig. 7. — Cloison de *Pulchellia galeatoides* Karsten, in Gerhardt (p. 148).

Avec ces formes apparaissent les premiers *Acanthoceras* (*Ac. prorsocurvatum* Gerh.), ornés de côtes épaisses un peu ondulées sur les flancs et traversant la région ventrale où ils présentent un nombre impair de tubercules. Il est probable que ces formes dérivent des *Nicklesia*, comme l'indiquent l'épaisseur des côtes et la forme en sac des lobes. Seulement l'ombilic est beaucoup plus large et les denticules des lobes sont en nombre impair, au moins dans le seul échantillon dont la cloison a été dessinée (*Bibliogr.* n° **10**, p. 168, fig. 16); il semble que ce soit une persistance du stade embryonnaire (*supra*, fig. 1*b*).

Peu après le commencement de l'Albien, se dessine un retour offensif des Pulchelliidés et l'origine américaine de ces nouveaux rameaux semble bien vraisemblable ; je vais les passer successivement en revue :

II. Formes dérivées a premier lobe normal.

B. — **Mortonicératinés.**

Les formes carénées sont représentées à la fois en Amérique et en Europe par l'*Ammonites Roissyi* d'Orb.; les côtes épaisses, régulièrement infléchies en avant, rappellent bien les *Pulchellia*, mais il n'y a plus trace des tubercules latéraux des derniers *Psilotissotia*; par contre, en Europe, on voit les côtes se relever de chaque côté de la carène, devenir très saillantes, et l'on passe ainsi à l'*Am. Delaruei* qui se relie incontestablement aux *Mortoniceras* Meek; les cloisons de cette espèce (fig. 8, *Bibliogr.* n° 7) sont

Fig. 8. — Cloison de *Mortoniceras Delaruei* d'Orb. in Parona et Bonarelli, pl. xi, fig. 10 *c* (stade infantile, premier lobe latéral impair).

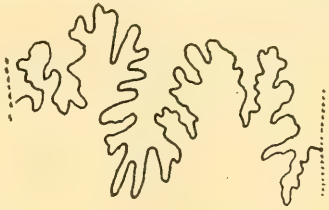


Fig. 9. — Cloison de *Peroniceras Moureti* de Gross. (*Bibliogr.* n° 5), p. 94.

celles des Pulchelliidés jeunes. Le développement des *Mortoniceras* dans le Vraconnien (*inflatum*) et le Sénonien (*texanum*, etc.) est bien connu; la cloison du *Mort. Bourgeoisi* avec ses denticules pairs (*Bibliogr.* n° 5, p. 75) est tout à fait typique.

M. A. de Grossouvre (*Bibliogr.* n° 5) a séparé des *Mortoniceras* deux groupes voisins, *Gauthiericeras* (*Margæ* Schlüter) à tours carrés dont les côtes se terminent par des tubercules transversaux, et *Peroniceras* (*Moureti* de Gross.) tricarénés; les cloisons dans ce dernier groupe sont plus découpées et les lobes nettement terminés en fourche (fig. 9).

Il faut encore rattacher à ce groupe les *Prionocyclus* Meek américains, et toute une série de formes dans lesquelles la carène devient dentée; on sait que les dents correspondent au passage des côtes; il est facile de s'assurer qu'elles existent même sur les formes à carène considérée comme continue, elles sont seulement plus ou moins atténuées. Ce groupe comprend les *Prionotropis* Meek (*Woolgari* Sow.) du Turonien et les *Barroisiceras* de Gross. du Sénonien.

Les *Brancoceras* Steinmann [1] (*varicosum* Sow.) sont voisins des *Mortoniceras* mais perdent leur carène dans l'âge adulte.

1. Ueb. Tithon und Kreide in d. peruan. Anden. *Neues Jahrb.*, 1881, p. 133.

C. — **Acanthocératinés.**

Les analogies de l'*Am. Lyelli* Desh. (fig. 10), avec l'*Acanthoceras prorsocurvatum* ne sont pas douteuses : dans les formes normales les côtes traversent franchement la région ventrale en présentant un tubercule médian et deux ou trois paires de tubercules latéraux. Mais il arrive quelquefois que ceux-ci ne sont pas placés symétriquement des deux côtés de la coquille et qu'ils alternent ; dans ce cas les côtes ventrales deviennent obliques, il en part quelquefois deux de chaque tubercule et elles dessinent

Fig. 10. — Cloison de *Acanthoceras Lyelli*, in Parona et Bonarelli (*Bibliogr. n°* 7), pl. xiii, fig. 12.

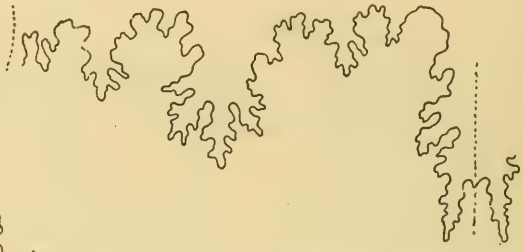


Fig. 11. — Cloison d'*Acanthoceras rotomagense*, de Rouen (gr. 2 fois).

Fig. 12. — Cloison de *Stoliczkaia dispar*, jeune, in Douvillé (*Bibliogr. n°* 1), p. 282, fig. 8.

sur la région ventrale une série de zigzags. Il en résulte aussi que les tubercules médians (siphonaux) sont plus nombreux que les tubercules latéraux. Une disposition analogue des côtes caractérise l'*Ac. versicostatum* Michelin, qui diffère de l'*Ac. Lyelli* par l'absence de tubercules.

Dans les *Acanthoceras* typiques du Cénomanien, les côtes se prolongent franchement sur la région ventrale où elles présentent cinq rangées de tubercules à peu près de même importance, un tubercule médian, deux tubercules externes et deux tubercules latéraux, c'est le cas pour les *Ac. Gentoni* Brong., *cenomanense* d'Arch., *sarthacense* Bayle, les tubercules pouvant disparaître dans l'adulte ; la section est arrondie. Ces formes sont largement représentées jusque dans l'Inde. Dans l'*Ac. rotomagense* les côtes s'affaiblissent dans la région médiane où le tubercule siphonal

s'atténue et disparaît quelquefois dès l'âge moyen, en même temps que les tubercules latéraux augmentent d'importance et donnent à la section une forme carrée. Les cloisons (fig. 11) sont très découpées et le premier latéral toujours franchement fourchu.

Le grand développement des *Acanthoceras* dans le Cénomanien est accompagné comme toujours d'une grande variabilité des espèces, soit comme races, soit comme variétés. J'ai sous les yeux une série d'échantillons recueillis dans le Cénomanien de Batna et on peut dire qu'il ne s'y rencontre pas deux échantillons identiques : les formes les plus plates peuvent être rapportées à l'*Am. harpax* Stoliczka, du Cénomanien de l'Inde ; les côtes sont plates, serrées et légèrement flexueuses comme dans les *Pulchellia*; elles traversent la région externe où elles présentent les cinq rangées habituelles de tubercules, allongés transversalement. Des variétés un peu moins aplaties présentent des côtes plus fortes et plus espacées, mais toujours un peu flexueuses. Elles s'élargissent dans la région des tubercules.

On pourrait presque considérer comme espèce distincte des formes plus renflées, à côtes plus grosses et plus espacées et à ombilic plus étroit ; les côtes ne sont plus flexueuses, mais droites, intercalaires ou bifurquées à l'ombilic. Elles sont toujours très épaissies dans la région correspondant aux tubercules externes. Les tours sont plus épais que dans les variétés précédentes, mais encore assez nettement aplatis sur les côtés.

Ce dernier type semble former passage à l'*Ac. Haugi* Pervinquière, qui présente des tours encore plus renflés et non aplatis sur les côtés ; la section, de rectangulaire, est devenue carrée, plus ou moins arrondie. Ces diverses formes sont accompagnées à Batna par des échantillons plus petits rappelant certaines espèces de Rouen et du Mans, du groupe de *Ac. Gentoni*.

Les *Acanthoceras* déclinent dans le Turonien où ils ne sont plus représentés que par les *Ac. Deveriæ* d'Orb., et *deverioides* de Gross. ; puis ils semblent disparaître complètement.

A côté du groupe précédent vient se placer une espèce du Vraconnien, *Am. dispar* d'Orb., pour laquelle a été créé le genre *Stoliczkaia* Neum. Elle se rapproche par sa forme des *Pulchellia* à côtes non interrompues (*Nicklesia*), ces côtes sont assez fines dans le jeune et elles présentent un tubercule siphonal ; elles deviennent très épaisses dans l'adulte. La cloison est très découpée, mais elle conserve le caractère essentiel du groupe avec son premier lobe latéral fourchu, comme je l'ai indiqué dès 1890 (fig. 12).

D. — Mantellicératinés.

Les formes à région ventrale bituberculée sont rares dans l'Albien, elles se rattachent peut-être par les *Pedioceras* aux espèces aptiennes, mais dans tous les cas elles sont très voisines des *Pulchellia* du Barrémien par leur ornementation et leurs cloisons.

L'espèce la plus connue est l'*Am. camatteanus* d'Orb., pour laquelle je proposerai le genre *Rauliniceras*. C'est une forme plate à ombilic étroit, dont les flancs sont ornés de grosses côtes rayonnantes mousses : en partant de l'ombilic, elles se renflent d'abord pour aboutir à un petit tubercule placé vers le milieu des flancs ; au delà, elles s'atténuent beaucoup puis se relèvent sur le bord externe où elles s'arrêtent à un fort tubercule transverse. La région ventrale est lisse, quelquefois un peu renflée sur la ligne médiane. Très souvent les tubercules externes ne sont pas disposés symétriquement et *alternent* d'un côté à l'autre ; ils sont toujours transverses, c'est-à-dire allongés perpendiculairement à la direction des côtes et parallèlement au plan de symétrie. Cette espèce spéciale à la Mésogée (Escragnolles) est remplacée dans le bassin de Paris par l'*Am. gladiator* Bayle[1] ; la forme générale et l'ornementation sont analogues, on observe les mêmes côtes rayonnantes, d'abord renflées, puis atténuées et aboutissant à un tubercule externe ; mais le tubercule du milieu des flancs n'existe pas et le tubercule externe n'est plus transverse mais arrondi et très saillant. De même que dans l'espèce précédente les tubercules externes *alternent* d'un côté à l'autre et comme ils sont délimités par des dépressions profondes, il en résulte sur la région ventrale une sorte de ligne en zigzag très particulière et très caractéristique. La cloison (fig. 13) a la forme en sac habituelle, avec denticules pairs.

D'Orbigny avait décrit et figuré sous le nom d'*Am. mosensis*[2], un fragment provenant de l'Albien de Varennes (Meuse) de la collection Raulin[3] ; cet échantillon m'avait été communiqué par ce paléontologue et j'avais pu reconnaître qu'il présentait dans sa partie concave l'empreinte du tour précédent. Il m'a été facile d'y reconnaître les gros tubercules alternes de l'*Am. gladiator*, d'où il résultait que malgré sa forme très différente l'*Am. mosensis* n'était que le stade gérontique de cette espèce. Les

1. 1878, Expl. de la carte géol. de France, IV ; atlas, pl. xiv, fig. 1.
2. Pal. française, ter. crétacé, Z, p. 237, pl. 67, fig. 5-7.
3. Cette collection a été léguée à l'École des Mines.

tours sont devenus arrondis et presque lisses ; on y observe seulement des côtes à peine marquées, infléchies en avant sur les flancs et dessinant une courbe convexe sur la région ventrale ; c'est la forme habituelle des côtes dans les Pulchelliinés inermes, La cloison (fig. 14) a éprouvé la même dégénérescence, les selles et les lobes sont élargis, aplatis et denticulés d'une manière singulière.

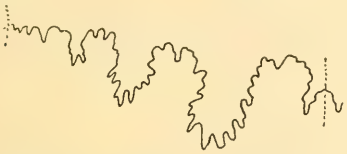


Fig. 13. — Cloison de *Raulniceras gladiator*, de la Meuse.

Fig. 14. — Cloison du *R. mosense* d'après l'échantillon type (forme gérontique du *R. gladiator*).

Dans le Cénomanien on voit reparaître une ornementation voisine de celle des *Acanthoceras* et caractérisée par l'apparition des tubercules latéraux ; elle rappelle celle de certains *Heinzia*. La région ventrale présente ainsi quatre rangées de tubercules, deux tubercules externes et deux tubercules latéraux. C'est ce qui caractérise le genre *Mantelliceras* Hyatt. L'espèce la mieux

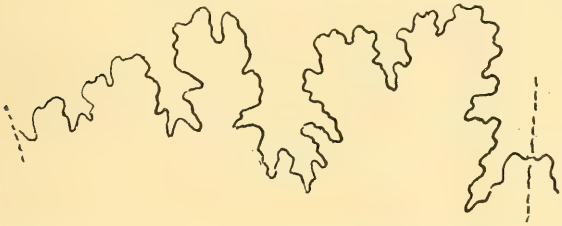


Fig. 15. — Cloison de *Mantelliceras Martimpreyi* de Berrouaghia (gr. 8 fois).

caractérisée est le *M. Martimpreyi* dont le jeune âge a été bien figuré par M. Pervinquière (*Bibliogr.* n° **15**, pl. xvi, fig. 15) ; elle présente alors avec une grande netteté les quatre rangées de tubercules caractéristiques ; les côtes sont très peu accusées ; la cloison (fig. 15) ne diffère pas de celle des *Acanthoceras*. Dans le *M. Mantelli* les côtes paraissent plus développées et dans l'âge moyen, elles traversent la région ventrale en conservant les deux rangées de tubercules externes ; ceux-ci disparaissent ensuite et il devient difficile alors de distinguer ces formes de certains *Acanthoceras* cénomaniens où le tubercule médian disparaît avant les latéraux. Ces formes à côtes continues sur la région ventrale ont été quelquefois attribuées aussi à l'*Ac. Martimpreyi*, mais je préfèrerais considérer comme l'âge adulte

de cette espèce, les gros échantillons de Khenchela dans lesquels les côtes restent, très longtemps, franchement interrompues dans la région ventrale, avec conservation des deux tubercules externes, cette interruption ne disparaissant que dans le stade gérontique.

Des *Mantelliceras* on passe facilement au *Mammites nodosoides* Laube du Turonien ; les tubercules ombilicaux prennent de plus en plus d'importance (*M. Rochebrunei* Coq.), mais les tubercules restent toujours en nombre pair dans la région ventrale.

E. — **Vascocératinés.**

Dans les genres précédents les tubercules disparaissent fréquemment dans le stade gérontique et les côtes traversent la région ventrale sans interruption. Cette modification peut se produire beaucoup plus tôt et la coquille est alors ornée de

Fig. 16.— Cloison de *Vascoceras polymorphum* Perv., d'après l'auteur (*Bibliogr.* n° 18), p. 337, fig. 126.

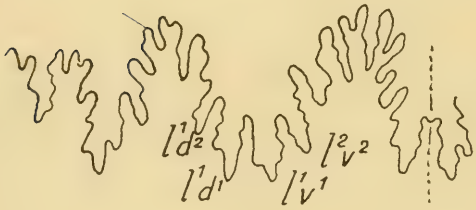


Fig. 17. — Cloison de *Fagesia bomba* Eck., d'après l'auteur (*Bibliogr.* n° 23).

Fig. 18. — *Fagesia superstes* Kossm., d'après l'auteur (*Bibliogr.* n° 18), p. 324, fig. 122.

côtes embrassantes. C'est ainsi que prennent naissance les genres *Vascoceras* Choffat (fig. 16) et *Fagesia* Perv. (fig. 17, 18), dont la forme rappelle les *Stephanoceras* du Jurassique ; M. Pervinquière les a très justement rapprochés des *Mammites*.

Le premier lobe latéral est franchement bifide et les deux lobules terminaux l^1d^1 et l^1v^1 sont souvent accompagnés de deux autres lobules un peu moins développés, l^1d^2 du côté interne ou dorsal, l^1v^2 du côté externe ou ventral.

On pourrait distinguer ainsi deux intralobules et deux extralobules, qui se groupent vers l'extrémité du lobe (fig. 16 et 17) ou s'échelonnent plus ou moins quand le lobe s'allonge (fig. 18).

Les *Vascoceras* ont dans le jeune une ornementation très voisine de celle des *Fagesia*, mais ils perdent à l'âge adulte leurs tubercules ombilicaux et deviennent ordinairement lisses. D'après ce caractère *Fagesia bomba* Eck. serait plutôt un *Vascoceras*. Ces deux genres sont turoniens.

F. — Tissotiinés.

J'avais proposé en 1890 (*Bibliogr. n°* 1) le genre *Tissotia* pour des espèces que Neumayr et Uhlig avaient rangées dans le genre *Buchiceras* et qui se distinguent par des selles non divisées rappelant les Cératites du Trias ; j'avais indiqué comme type l'*Am. Tissoti* et je rapprochais ces formes des *Pulchellia*, et en particulier d'une espèce d'Alcoy présentant sur les flancs de larges côtes rayonnantes qui s'arrêtent avant d'atteindre la carène en formant de chaque côté de celle-ci une rangée de tubercules transverses. C'est cet échantillon qui a été décrit par Nicklès comme *Pulchellia* (*Stoliczkaia*) *Mariolæ* et qui est devenu pour Hyatt un *Psilotissotia*.

Quelques années plus tard, Peron (1896) plaçait à côté de ce genre des formes analogues du Turonien, mais à selles denticulées, sous le nom de *Pseudotissotia* (*Bibliogr. n°* 8, p. 26) comprenant les *Ammonites Galliennei* d'Orb., *Douvillei* des couches à *Linthia Verneuili* des Jeannots (Provence) et *Meslei* d'Algérie.

En même temps (p. 73), il instituait le genre *Hemitissotia* (type *Cazini*) pour des formes dans lesquelles les selles externes seules sont denticulées, le premier lobe latéral étant « large et évasé en avant ». La dissymétrie du premier lobe latéral est encore bien plus marquée dans la deuxième espèce *H. Morreni* ; c'est un caractère important sur lequel je reviendrai plus loin. Le genre *Plesiotissotia* (type *Michaleti* Peron), à selles cératitoïdes est caractérisé par le dédoublement de la première selle par suite du développement d'un lobe secondaire médian ; enfin *Heterotissotia* (*Neoceratites*) serait bicaréné, la carène médiane ayant disparu ; il semble bien que ce dernier genre n'est qu'une forme limite des *Tissotia* tricarénés.

Hyatt en 1903 propose un grand nombre de divisions nouvelles constituant deux familles : 1° les *Pseudotissotiidæ* comprenant *Pseudotissotia* Perv., restreint aux formes tricarénées analogues à *P. Galliennei*, les *Choffaticeras* n. gen. à section ogivale (type

C. Meslei Per.), les *Hemitissotia* de Peron auxquels il ajoute *Tissotia djelfensis* Perv., et les *Plesiotissotia* ; 2° les *Tissotiidæ* comprenant les *Tissotia* restreints à la forme type tricarénée, les *Subtissotia* n. gen. (type *T. Tissoti*, var. *inflata* Peron), les *Metatissotia* n. gen. (type *T. Fourneli* Bayle), les *Paratissotia* n. gen. (*Grossouvrei* Per., *Ficheuri* Per., etc.), et les *Heterotissotia*.

Enfin, dans ses derniers mémoires, M. Pervinquière se borne aux genres de Peron *Pseudotissotia*, *Hemitissotia*, *Tissotia* et *Heterotissotia*, mais il accepte comme sous-genre *Choffaticeras* H.

Comme je l'ai fait remarquer plus haut, le caractère de ce groupe, d'avoir des selles simplifiées est un simple caractère d'évolution qui se rencontre en réalité dans des rameaux distincts ; par suite il ne peut être considéré comme permettant d'établir une famille naturelle.

J'ai été amené à attacher une importance particulière à la disposition du premier lobe latéral ; une branche particulière se trouve ainsi caractérisée par le développement à tendance dissymétrique de ce premier lobe. C'est à ce groupe que je rattacherai les *Hemitissotia*, *Heterammonites* et *Choffaticeras* Perv. non Hyatt. La famille des Tissotiinés se trouvera alors restreinte aux *Pseudotissotia* (dont il semble difficile de séparer les *Choffaticeras*, Hyatt) et aux *Tissotia*.

Les *Pseudotissotia* devront être restreints, comme l'a fait Hyatt, au groupe du *Ps. Galliennei* ; la cloison de cette espèce est en général assez médiocrement conservée par suite de la nature grossière de la roche et de sa faible dureté.

Les selles sont légèrement denticulées, et présentent au moins un denticule médian ; malgré la légère déformation que présente l'échantillon figuré par Peron (*Bibliogr.* n° 8, pl. xvii, fig. 2) le premier lobe paraît bien être du type symétrique, comme l'indique du reste la figure ci-jointe (fig. 19), de sorte que la petite selle secondaire entre les deux lobules terminaux est bien médiane. La même disposition, mais avec des denticules plus nombreux, se retrouve dans *Ps. Mesli* Peron (*loc. cit.*, pl. xvii, fig. 1) ; la forme générale des éléments de la cloison est la même, et la selle externe est également divisée en deux par un lobe secondaire (s^1l).

Cette même disposition de la selle externe avec denticule médian peu développé ne se rencontre guère que dans des formes que l'on peut considérer comme dérivant directement des espèces précédentes. Ainsi la collection Aubert renferme un échantillon qui présente une cloison analogue (fig. 20), mais avec des selles presque entières ; les deux carènes latérales sont très mar-

quées, tandis que la carène médiane est très faible ; à ce point de vue ce serait une forme de passage entre *Ps. Galliennei* et les *Heterotissotia* de Peron, mais la cloison est tout à fait différente de celle du type de ce dernier genre ; c'est probablement le *Tissotia Tissoti*, var *semmamensis* Perv., qui diffère assez notablement, par sa cloison, du type et pourrait être considéré comme une espèce distincte sous le nom que lui a donné M. Pervinquière. Comme niveau il paraît être associé à des *Neoptychites* et pourrait être encore turonien.

Fig. 19. — Cloison du *Pseudotissotia Galliennei* de Poncé (en vraie grandeur).

Fig. 20. — Cloison du *Tissotia semmamensis* Perv., du Dj. Semmama (gr. 2 fois).

Fig. 21. — Cloison du *Plesiotissotia Michaleti*, d'après Peron (*Bibliogr. n°* 8).

Fig. 22. — Cloison de *Tissotia djelfensis*, d'après Peron.

Fig. 23. — Cloison de *Pseudotissotia*, n. sp. de Khenchela (gr. 2 fois).

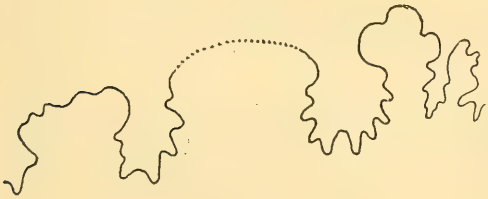


Fig. 24. — Cloison de *Tissotia*, n. sp., du Turonien supérieur de Khenchela (gr. 2 fois).

Le développement du lobule secondaire s^1l conduit aux *Plesiotissotia*, puis au *Tissotia djelfensis* Peron, dans lequel ce lobule s'est complètement individualisé de manière à constituer un véritable lobe adventif (fig. 22).

Dans le type des *Plesiotissotia* (fig. 21) la selle externe est encore divisée en deux parties presque égales, mais dans une espèce analogue du Turonien supérieur de Khenchela (fig. 23), le lobe accessoire se rapproche beaucoup du lobe siphonal ; par ses selles découpées cette forme se rattache aux *Pseudotissotia*.

Cette espèce est importante parce qu'elle forme le passage aux véritables *Tissotia*.

Fig. 25. — Cloison d'un *Tissotia* cf. *Fourneli* Bayle de l'oued Tadjemount (gr. 2 fois environ).

Fig. 26. — Cloison d'un *Tissotia* cf. *Fourneli*, de la coll. Tissot (localité inconnue) (gr. 2 fois).

Fig. 27. — Cloison du *Tissotia Fourneli* Bayle, relevée sur le type figuré (gr. 2 fois env.).

Fig. 28. — Cloison du *T. Robini* Thiollière, des Tamarins?

Fig. 29. — Cloison du *T. Tissoti* (in Douvillé (*Bibliogr. n°* 1).

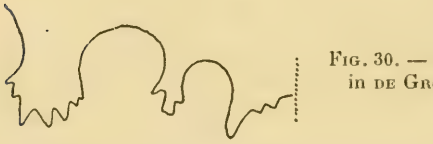


Fig. 30. — Cloison du *T. Ewaldi* de Villedieu, in de Grossouvre (*Bibliogr. n°* 8).

Ceux-ci débutent par une forme à section ogivale, à carène tranchante et ornée de quelques côtes rayonnantes ; le lobe secondaire s^1l est très accentué et la partie interne de la selle externe beaucoup plus développée que la partie externe de la même selle, présente deux denticules (fig. 24). Il n'est pas absolument certain que la deuxième selle soit entière.

Vient ensuite le groupe du *Tissotia Fourneli* Bayle[1]. Les formes les moins évoluées ont encore des denticules dans la par-

tie externe de la selle externe du lobe siphonal (fig. 25) ; la deuxième partie de la selle externe est divisée en deux, ainsi que les selles suivantes. Une deuxième forme a une cloison un peu plus simple : le lobe secondaire s^1l est moins développé et la deuxième partie de la selle externe présente un denticule comme la selle suivante (fig. 26). Enfin le type de l'espèce dont la cloison a été figurée par Bayle[1] a une disposition analogue (fig. 27), mais la deuxième selle a perdu son denticule. On voit combien est progressive la simplification des selles.

Un deuxième groupe un peu plus évolué est caractérisé par la disparition des denticules de la partie interne de la selle externe. M. de Grossouvre figure la cloison d'un *T. Ficheuri* dont la partie externe de la selle externe est encore très denticulée ; elle l'est un peu moins dans la cloison du *T. Robini* du même auteur ; j'ai relevé une disposition identique sur un échantillon de la collection Tissot, déterminé comme *T. Ficheuri* par Peron et sur un grand échantillon à surface lisse de la collection de l'École des Mines provenant probablement des Tamarins (fig. 28) ; la cloison du *T. Tissoti* est du même type (fig. 29). Celle des *T. Ewaldi* (fig. 30), de Villedieu (A. de Grossouvre) serait la plus simple, la partie externe de la selle externe étant entière.

III. Formes dérivées
a premier lobe développé, avec tendance a la dissymétrie.

G. — **Hoplitoidinés.**

En 1897, A. von Koenen (*Bibliogr. n°* **9**) faisait connaître un groupe d'Ammonites très intéressant provenant de la colonie du Kamerun, qu'il dénommait *Neoptychites* ? *Wohltmanni*, *N. ingens*, *N. lentiformis*, *Pulchellia perovalis* et *P.* (?) *gibbosula*. Dans un supplément à ce travail, paru l'année suivante (*Bibliogr. n°* **11**), l'auteur a proposé le genre *Hoplitoides* pour les *Neoptychites* précédents ; il les compare aux *Hoplites* mais « ils s'en distinguent — dit-il — parce que le premier lobe latéral est divisé en deux branches principales, souvent subdivisées à leur tour et parce que leur ombilic est très étroit ». Il prend pour type une nouvelle espèce *H. latesellatus*.

1. L'espèce a été figurée pour la première fois par Bayle, in Fournel : « Richesse minérale de l'Algérie », pl. xvii ; elle est représentée par deux échantillons, un grand (fig. 1, 2) et un plus petit (fig. 3, 4), la cloison est dessinée figure 5. Les mêmes échantillons ont été figurés de nouveau dans le quatrième volume de l'Explication de la Carte géologique de la France, le grand échantillon (fig. 2 et 4) avec cloison, le petit figure 3. C'est la cloison du grand échantillon que j'ai dessinée à nouveau.

En 1904, Solger (*Bibliogr. n°* **16**) reprend l'étude de ces formes ; il réunit l'*H. lentiformis* à l'*H. Wohltmanni*, l'*H. Wilsingi* à l'*H. ingens*, fait passer dans le genre *Hoplitoides* le *P. gibbosula*, et dans le genre *Neoptychites* le *P. perovalis*.

Ces formes sont-elles réellement voisines des *Hoplites* comme l'a pensé von Koenen ? Les différences signalées par cet auteur lui-même montrent que ce rapprochement ne peut être maintenu. L'étroitesse de l'ombilic l'a justement frappé ; on peut ajouter que les formes adultes sont généralement lisses avec une section ogivale arrondie ; et les formes jeunes avec leurs grosses côtes rappellent tout à fait les *Pulchellia*, à ce point que von Koenen a attribué à ce genre l'*H. gibbosulus* ; en réalité cette espèce ressemble beaucoup à *Stoliczkaia dispar*. Ajoutons que plusieurs de ces formes présentent un pourtour tronqué dans le jeune âge, comme les *Pulchellia*. L'examen de la cloison conduit à un résultat analogue : von Koenen a très nettement indiqué la division en deux branches principales du premier lobe latéral. Cette division, bien visible par exemple dans *H. gibbosulus* (fig. 34) et dans *H. ingens* (fig. 32), est exclusive des *Hoplites* où la division de ce lobe est nettement tripartite. Même dans les très jeunes individus, par exemple dans *H. sègnis* (fig. 31), il n'y a aucune trace d'une division primitive en trois ; le lobe est déjà obliquement élargi, sacciforme et présente une sattule médiane (2) avec 2 sattules secondaires (1 et 3) donnant naissance à quatre lobules, deux externes ($l^1 v^1$, $l^1 v^2$) et deux internes ($l^1 d^1$, $l^1 d^2$). La même disposition se retrouve dans les autres formes : la cloison de l'*H. ingens* (fig. 32) présente un degré plus avancé du développement, les denticules commencent à se bifurquer mais il est facile de reconnaître les sattules 1, 2 et 3 parmi lesquelles 2 prend une importance prédominante.

Dans *H. segnis*[1] adulte in Solger (*Bibliogr. n°* **16**, p. 81) la sattule 2 est toujours prédominante, 1 s'est développée tandis que 3 au contraire est en régression. Il en est de même dans l'*Hoplitoides* des Jeannots (fig. 33). Enfin dans *H. gibbosulus* (fig. 34), la régression de 1 s'est accentuée en même temps que celle de 3, tandis que 2 a pris une grande importance, mettant en évidence la bifurcation essentielle du lobe qui avait si justement frappé von Koenen.

Le premier lobe latéral l^1 se trouve alors divisé en deux lobules principaux : l'un situé du côté externe ou ventral $l^1 v$, l'autre du

1. Cette espèce a été décrite comme appartenant au genre *Pseudotissotia* ; mais la cloison est tout à fait différente comme on le verra plus loin, tandis qu'elle reproduit la disposition des *Hoplitoïdes*.

côté interne ou dorsal $l^1 d$; dans le cas des figures 32 et 33, chacun de ces lobules est subdivisé et l'on distingue alors deux extra-lobules $l^1 v^1$, $l^1 v^2$ et deux intra-lobules $l^1 d^1$, $l^1 d^2$. Dans le cas de la figure 34, les lobules principaux sont réduits à trois, $l^1 v^2$, $l^1 v^1$, $l^1 d$.

Fig. 31. — Cloison d'un jeune *Hoplitoides segnis* du Sinaï à région externe tronquée (gr. 3 fois).

Fig. 32. — Cloison de l'*H. ingens*, d'après Solger (*Z. d. Deutschr. Geol. Ges.*, 1903, p. 83).

Fig. 33. — Cloison d'un *Hoplitoïdes* des Jeannots.

Fig. 34. — Cloison de l'*H. gibbosulus*, d'après Solger (*Bibliogr.* n° 16).

Ce développement ayant pour point de départ un stade denticulé pour aboutir à une forme bifurquée, rappelle tout à fait ce que l'on observe dans les Pulchelliidés ; il est bien différent de celui qui caractérise les Hoplitidés ; il suffit de se reporter aux très bonnes figures qui ont été données par M. Sarasin[1] des cloisons des *Hoplites neocomiensis*, *Roubaudi*, *Dufrenoyi*, *interruptus*, *Sonneratia Deshayesi* et *Dutempleana* pour en être frappé.

A côté de ces formes normales, il existe des espèces dans lesquelles le premier lobe latéral s'élargit comme dans les Pulchelliidés et se développe dissymétriquement ; dans ce cas il semble à première vue qu'il existe une certaine analogie avec le lobe correspondant des *Hoplitoides* ; mais un examen attentif

1. Quelques considérations sur les genres *Hoplites*, *Sonneratia*, *Desmoceras* et *Puzosia*. *B. S. G. F.*, (3), XXV, p. 760.

montre que l'un des deux lobules terminaux est alors constitué par le lobule impair (qu'on peut désigner par l^1) au lieu du premier intralobule $l^1\ d^1$, Cette correspondance est bien visible sur les figures que j'ai reproduites dans ma note de 1890 (*Bibliogr.* *n°* 1, p. 289, fig. 13 et 14).

En résumé l'étude des caractères les plus essentiels, tirés soit de la forme et du mode d'ornementation, soit de la constitution et de l'évolution des cloisons, montre qu'il faut rapprocher les *Hoplitoides* non des Hoplitidés, mais des Pulchelliidés.

Fig. 35. — Cloison de *Cœlopoceras africanum* Perv., du Cénomanien moyen de Berrouaghia d'après Pervinquière; (*Bibliogr.* *n°* 25), p. 73.

Fig. 36. — Cloison de *Cœlopoceras* cf. *Requieni* du Turonien inférieur de Khenchela.

Fig. 37. — Cloison de *Cœlopoceras Requieni*, du Turonien (supérieur?) de Khenchela.

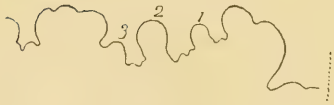


Fig. 38. — Cloison de *C. Requieni* d'après un échantillon recueilli par Tissot (gr. 2 fois).

Ce qui complète l'analogie avec ce dernier groupe c'est qu'à côté des *Hoplitoides* à section bicarénée ou plus ou moins arrondie on observe toute une série de formes carénées, dont les cloisons sont exactement les mêmes que celles de ce dernier genre, ce sont les *Cœlopoceras* Hyatt. Ils débutent dans le Cénomanien par le *C. africanum* Perv., dont le premier lobe (fig. 35) présente la même disposition que celui des *Hoplitoides* (fig. 33). Ils se continuent dans le Turonien par le *C. Requieni* dont les cloisons ont été également bien figurées par M. Pervinquière et sont exactement du même type.

Je reproduis ci-contre les cloisons de deux grands échantillons de Khenchela de la collection Jullien, dans lesquels la division

en deux puis en quatre du premier lobe latéral est très marquée; en même temps le lobe est très élargi (fig. 36 et 37).

Dans ces formes anciennes du Cénomanien et du Turonien inférieur (fig. 35 et 36), le lobe est encore symétrique, il ne commence à devenir dissymétrique qu'un peu plus tard (fig. 37). Les 4 lobules $l^1 v^2$, $l^1 v^1$, $l^1 d^1$ et $l^1 d^2$ sont bien individualisés. Dans un troisième échantillon (fig. 38) recueilli par Tissot (sans indication précise de localité), les deux intralobules sont moins nettement séparés que les deux extralobules; on passe ainsi à une forme un peu différente dans laquelle les deux intralobules sont

Fig. 39. — Cloison du *C. Lesseli* Brüggen du Turonien de Khenchela (gr. 2 fois environ).

Fig. 40. — Cloison de la même espèce du Djebel Iche Ali.

réunis, de sorte que le premier lobe latéral n'est plus divisé qu'en trois éléments, $l^1 v^2$, $l^1 v^1$ et $l^1 d$ (fig. 39 et 40). Je rapprocherai cette forme du *C. Lesseli* Brüggen du Sénonien inf. du Pérou[1].

M. Vredenburg (*Bibliogr. n°* **20**), a décrit trois Ammonites intéressantes de l'Inde provenant des couches de Bagh (basse vallée de la Narbada, Inde centrale), une forme bicarénée, *Placenticeras Mintoi* dont la cloison ressemble à celle du *Pl. Guadaloupæ* et deux formes à région externe tranchante pour lesquelles il propose le genre *Namadoceras* (*N. Scindiæ* et *N. Bosei*). Or la cloison de ces deux dernières espèces ne semble pas différer de celles des *Cœlopoceras*; celle du *N. Bosei* à premier lobe bipartite pourrait être rapprochée de celle du *C.* cf. *Requieni* du Turonien inférieur, tandis que la cloison du *N. Scindiæ* à premier lobe divisé en trois lobules reproduit la disposition caractéristique du *Cœlop. Requieni*; il ne semble donc pas que le genre *Namadoceras* puisse être conservé. Ces formes indiquent dans tous les cas un niveau turonien-santonien.

Les excellentes figures que M. Pervinquière a données de plusieurs espèces du genre *Neoptychites*, dont le type est l'*Am. Telinga* Stol. (= *cephalotus* Court.) me conduisent à interpréter ces cloisons un peu différemment qu'on ne l'a fait jusqu'à présent. Si l'on compare la cloison du *N. Gourguechoni*

1. Die Fauna des untern Senons von Nord Peru. *N. Jahr. fur Miner., Beilage*, XXX, 1910; pl. xxix, p. 734, fig. 13.

Perv. (reproduits ci-contre fig. 41) avec celle de l'*Hoplitoides ingens* (supra, fig. 32), on ne peut qu'être frappé de leur extrême analogie; les trois selles secondaires que présente le premier lobe latéral sont alors les homologues de celle des *Hoplitoides*.

Fig. 41. — Cloison du *Neoplychites Gourguechoni* Perv., d'après Pervinquière (*Bibliogr. n°* 18), p. 401.

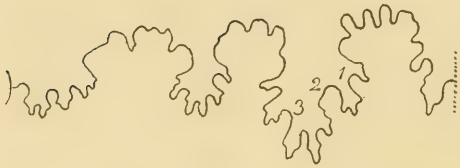


Fig. 42. — Cloison du *Neopt. xetriformis* Perv. (*Ibid.*, p. 399).

Fig. 43. — Cloison de *Neopt. cephalotus* (*Ibid.*, p. 396).

Si l'on passe de là à la cloison de *N. xetriformis* Perv. (fig. 42), on voit que la selle secondaire la plus importante doit être comme toujours la selle 2; à l'inverse des *Hoplitoides*, c'est la selle secondaire 1 qui s'atténue, et le lobe devient nettement dissymétrique. La même disposition se retrouve dans la cloison de *Neopt. cephalotus* (fig. 43), qui peut être comparée avec celle de *Hoplitoides gibbosulus* (*supra*, fig. 31).

Des échantillons provenant d'Aïn Glea (col. Aubert) présentent un lobe bien plus allongé (fig. 44) tandis qu'au contraire celui-ci se raccourcit beaucoup dans la phase gérontique (fig. 45).

L'analogie avec les cloisons du *Thomasites Rollandi* Th. et P. que M. Pervinquière a figurées à tous les âges (fig. 46, 47, 48) devient alors des plus frappantes et ce genre vient se placer à côté du précédent; ces rapports avaient du reste été bien indiqués par notre confrère (*Bibliogr. n°* 18, p. 339).

Le groupe que nous examinons se complète comme d'habitude par des formes carénées : confondues d'abord avec les *Pseudotissotia*, elles constituent en réalité un groupe bien distinct, que M. Pervinquière a décrit sous le nom de *Choffaticeras* : *Ch. segne* Solger, dont la cloison (fig. 49) présente la même disposition que celle des *Hoplitoides*, lobe divisé en quatre

lobules par trois selles secondaires 1, 2 et 3, *Ch. Pavillieri* Perv. (fig. 50), *Ch. Luciæ* Perv. (fig. 51), dans lequel la cloison prend le type des *Neoptychites* et des *Thomasites* par l'atrophie

Fig. 44. — Cloison de *Neopt. telingæformis* Solger d'Aïn Glea.

Fig. 45. — Phase gérontique de la même espèce.

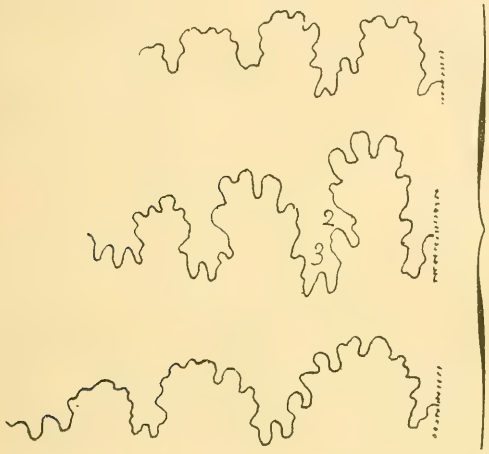


Fig. 46, 47, 48. — Cloisons du *Thomasites Rollandi*, jeune, adulte et vieux, d'après Pervinquière (*Bibliogr. n°* 18), p. 341-343.

de la selle secondaire 1. Mais *Choffaticeras* est un genre de Hyatt et celui-ci indique (*Bibliogr. n°* 14, p. 37) expressément comme type *Ps. Meslei* Peron[1] qui a une cloison de *Pseudotissotia* typique, à premier lobe latéral symétrique, très différente de celle des *Choffaticeras* de M. Pervinquière. Dans ces conditions le groupe des *Choffaticeras* est manifestement hétérogène et je proposerai de distinguer les formes à premier lobe dissymétrique analogue à celui des *Neoptychites*, sous le nom de *Leoniceras*[2] (type *L. Luciæ* Perv.). Le *Ps. Douvillei* Peron appartient à ce dernier groupe, la cloison (fig. 52) bien que médiocrement conservée par suite de l'usure de la surface, montre bien la dissymétrie du premier lobe.

1. *Mem. S. G. F., Paléont.*, VII, p. 33, pl. xvii, fig. 1.
2. Dédié à M. Léon Pervinquière.

Nous avons déjà vu que l'évolution finale des Pulchelliidés est caractérisée par la simplification des selles qui deviennent entières ; ce changement s'effectue lentement et progressivement, de sorte qu'il est souvent difficile de se servir de ce caractère pour établir une séparation nette; ces formes de passage

Fig. 49. — Cloison de *Leoniceras segne*, du Wadi Mar, d'après Solger (*Bibliogr.*, *n°* 15), p. 81.

Fig. 50. — Cloison de *Leoniceras. Pavillieri* Perv. d'après Pervinquière (*Bibliogr.*, *n°* 18), p. 353.

Fig. 52. — Cloison de *Leoniceras Douvillei* Peron, des Jeannots (relevée sur le type figuré).

Fig. 51. — Cloison de *Leoniceras Luciæ* Perv. (*Ibid.*, p. 355).

Fig. 53. — Cloison de l'*Hemitissotia Morreni* Coq., du Turonien supérieur de Kenchela.

Fig. 55. — Cloison de l'*Heterammonites ammoniticeras* Coq., d'après Pervinquière.

Fig. 54. — Cloison de l'*Hemitissotia batnensis* d'après Peron (*Bibliogr. n°* 8).

correspondent aux *Hemitissotia* de Peron, groupe hétérogène et représentant seulement un stade d'évolution, qui peut se rencontrer dans des rameaux différents. Je proposerai de restreindre ce genre au groupe le mieux caractérisé, celui de l'*H. Morreni* :

or celui-ci présente dans sa cloison (fig. 53) une analogie telle avec le *Leoniceras Luciæ* Perv. qu'on doit le considérer comme dérivant de ce dernier genre.

L'*Hemitissotia batnensis*[1] Perv. (fig. 54) est particulièrement intéressant parce qu'il exagère la division du premier lobe latéral en deux lobules presque complètement individualisés, c'est là un retour à la division paire primitive du lobe qui doit être rapproché de la disposition figurée plus haut dans l'*Hoplitoïdes gibbosulus* et dans les *Cœlopoceras*. C'est une nouvelle vérification de la détermination que nous avons faite de la selle secondaire du premier lobe dans *Hem. Morreni*, comme représentant la selle secondaire n° 2.

Le même stade d'évolution se trouve dans l'*Heterammonites ammoniticeras* Coq. ; d'après les figures (fig. 55) qu'en a données M. Pervinquière (*Bibliogr. n°* **15**, pl. xxv, fig. 3) nous retrouvons là dans la cloison un premier lobe disposé comme celui du *Leoniceras segne*. C'est encore une vérification de l'enchaînement étroit de toutes ces formes.

IV. Formes dérivées a lobes adventifs.

J'ai signalé dans les groupes précédents une tendance à l'élargissement du premier lobe latéral, c'est-à-dire de la portion de la cloison la plus rapprochée de la partie externe de la coquille. Les lobules s'individualisent progressivement, augmentent d'importance et deviennent de véritables lobes, distingués comme *lobes adventifs*. M. J. Boehm, qui a étudié spécialement ces formes (*Bibliogr. n°* **12**), a proposé de distinguer les genres suivants:

1 lobe adventif, *Indoceras* Nötling ;

2 lobes adventifs, *Placenticeras* Meek et *Sphenodiscus* Meek ;

3 lobes adventifs, *Knemiceras* J. Boehm ;

4 lobes adventifs *Engonoceras* Neum. et Uhlig.

Comme le développement des lobules est progressif, il est parfois difficile de préciser le nombre des lobes adventifs, c'est ainsi que M. Pervinquière réunit *Knemiceras* à *Engonoceras* ; nous verrons du reste que le premier de ces genres n'a pas en réalité les trois lobes adventifs que je lui avais attribués (*Bibliogr. n°* **1**). Le point important est de chercher les origines de chaque lobe adventif, ce qui permettra pour les divers types, de remonter aux formes parentes et par suite de fixer leur place dans la classification. Il conviendra donc d'examiner particulièrement les formes

1. Peron. *Mém. S. G. F., Paléont.*, VII, pl. xii, fig. 15.

dans lesquelles les lobules sont très développés, tout en conservant encore leur situation caractéristique.

Formes à 1 lobe adventif. Nous avons étudié plus haut une espèce caractérisée par le grand développement du lobule médian $s^1\ l$ de la selle externe, c'est le *Plesiotissotia Michaleti* (fig. 56);

Fig. 56. — Cloison de *Plesiotissotia Michaleti* des Tamarins, d'après Peron.

elle se rattache directement plutôt aux *Pseudotissotia* qu'aux *Tissotia* proprement dits, les selles étant encore subdivisées. La même disposition s'accentue dans la cloison du *Tissotia djelfensis* telle qu'elle a été donnée par Peron (*supra*, fig. 22), : le lobule médian de la selle externe est devenu un véritable lobe adventif; ici se présente une des difficultés auxquelles on se heurte si souvent dans les classifications, faut-il conserver cette espèce dans le genre *Tissotia*, parce que les selles sont entières, ou du moins figurées comme telles?

Une forme voisine, de la collection Tissot, dont je reproduis ci-contre la cloison (fig. 59) montre ce lobe adventif tout à fait caractérisé et individualisé; il est incontestable que ce lobe adventif est bien l'homologue du lobule des *Plesiotissotia*, mais on ne peut affirmer qu'il en dérive ; et en effet j'ai sous les yeux un échantillon de Batna recueilli par Tissot dans les couches probablement turoniennes qui affleurent derrière l'abattoir, et qui présente une disposition analogue, mais avec des cloisons bien moins évoluées (fig. 57). Je rapproche cette forme du *Lenticeras Jullieni* Pervinquiere (*Bibliogr. n°* **25**, p. 70) qui présente bien la même cloison ; mais il ne me paraît pas possible de ranger cette espèce dans le genre *Lenticeras* de Gerhardt (*Bibliogr. n°* **10**) dont le type (*L. Andii* Gabb) présente une cloison tout à fait différente, une selle externe toujours étroite avec deux lobules presque égaux sur son bord externe.

Ce groupe se prolonge dans la Craie supérieure où il est représenté par une forme signalée dès 1884 par Zittel sous le nom de *Sphenodiscus Ismaelis* (Handbuch, II, p. 451, fig. 631), recueillie par lui dans le Maëstrichtien du désert libyque. Une forme analogue du même niveau était décrite en 1897 par Nötling (*Pal. ind.*, série XVI, vol. I, p. 71), sous le nom de *Indoceras baluchistanense*; sa cloison, remarquable par le grand nombre des éléments, présente bien un seul lobe adventif analogue à celui des espèces de l'Afrique du Nord. L'année sui-

vante M. Joh. Boehm figurait à nouveau la cloison de l'échantillon de Zittel (fig. 60) qu'il attribuait à ce même genre *Indoceras*. A noter toutefois que l'espèce du Bélouchistan est lisse et à région externe arrondie, tandis que celle de l'Afrique du Nord est carénée et présente sur les flancs des côtes larges et saillantes. Aussi pourrait-on conserver pour cette dernière espèce le nom de *Libycoceras* proposé par Hyatt en 1902.

Fig. 57. — Cloison de *Prelibycoceras Jullieni* Perv., du Turonien sup. de Batna.

Fig. 58. — Cloison de *Prelibycoceras* sp. de Foum K'hemizan.

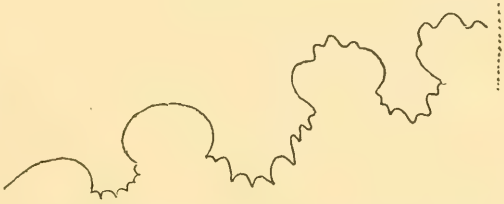


Fig. 59. — Cloison de *Prelibycoceras* sp. des environs de Batna (gr. 2 fois).

Fig. 60. — *Libycoceras Ismaeli* Zitt., cloison d'après J. Boehm.

La collection Tissot renferme un échantillon du même groupe provenant de Foum K'hemizan, mais dont le niveau n'est pas connu : la selle à l'extérieur du lobe adventif (fig. 58) est denticulée, et celle qui suit présente un lobule bien développé, la cloison a du reste des éléments bien moins nombreux que les véritables *Libycoceras*. Il semble que l'on pourrait réunir les deux échantillons de la collection Tissot avec celui de Batna dans un même genre précurseur des *Libycoceras* et lui attribuer le nom de *Prelibycoceras*, ayant pour type le *L. Jullieni* Perv.

Formes à deux lobes adventifs. — Cette disposition est esquissée

dans *Hemitissotia batnensis* dont je reproduis la cloison (fig. 61) ; nous avons vu plus haut que le premier lobe latéral est divisé en deux lobules, $l^1 d$ et $l^1 v$, auxquels vient s'ajouter le lobule médian de la selle externe $s^1 l$. Le premier de ces lobules est plus développé que les autres et c'est lui qui deviendra le pre-

Fig. 61.— Cloison d'*Hemitissotia batnensis* d'après Peron (*Bibliogr.* n° 8).

Fig. 62. — Cloison de *Knemiceras Ebrayi*, de l'Albien de Cosne d'après de Loriol (*Mém. Soc. pal. Suisse*, IX, 1882).

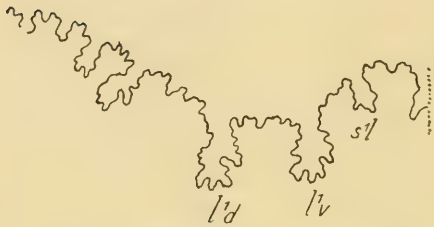


Fig. 63. — Cloison de *Knemiceras attenuatum* Hyatt, de l'Albien de Truxillo (en vraie grandeur).

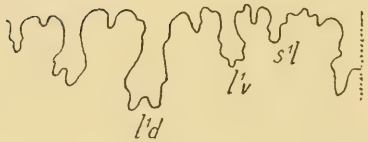


Fig. 64. — Cloison de *Knemiceras syriacum* Buch, du Vraconnien du Liban.

mier latéral, tandis que les deux autres se transforment en lobes adventifs. Nous allons retrouver une disposition analogue dans une espèce figurée par de Loriol dès 1882, sous le nom de *Amaltheus Ebrayi*[1] : la partie externe de la cloison est composée exactement des mêmes éléments, elle est seulement notablement élargie (fig. 62), et les lobes sont plus espacés ; elle provient de l'Albien moyen du département de la Nièvre.

Quand les lobes sont disposés en série régulière, il est quelquefois assez difficile de distinguer quel est celui qui représente le premier latéral ; la distinction est plus facile sur les échantillons renflés. C'est pour cette raison que j'ai relevé la cloison d'un gros échantillon du *Buchiceras attenuatum* Gabb, de l'Albien de Truxillo (Pérou) ; il avait été figuré par M. Robert Douvillé (*Bibliogr.* n° 17, pl. IV, fig. 1), c'est l'adulte de la variété repré-

1. Étude sur la faune des couches du Gault de Cosne (*Mém. Soc. pal. suisse*, IX, n° 2).

sentée dans la même note (pl. III, fig. 1). Les paléontologues s'accordent pour ranger cette espèce dans le genre *Knemiceras* ; or la cloison (fig. 63) est exactement disposée comme dans l'espèce précédente et il n'y a que *deux lobes adventifs* correspondant au lobule externe l^1v du premier latéral et au lobule médian s^1l de la selle externe. Le type du genre, *Knemiceras syriacum*, dont j'ai relevé à nouveau la cloison (fig. 64) sur un échantillon renflé, présente de même deux lobes adventifs et non trois, comme je l'avais précédemment indiqué.

Si maintenant nous passons au genre *Placenticeras*, on voit que sa cloison (fig. 65 et 66) présente une très grande analogie avec celle des *Knemiceras* et en particulier du *Kn. Ebrayi* ; on distingue

Fig. 65. — Cloison de *Placenticeras syrtale* Morton, de l'Aude, d'après de Grossouvre.

Fig. 66. — Cloison de *Placenticeras syrtale* de la Dordogne, d'après de Grossouvre.

Fig. 67. — Cloison de *Sphenodiscus lenticularis*, in Solger (*Bibliogr. n°* 15).

les deux [1] mêmes lobes adventifs correspondant au lobule externe du premier latéral et au lobule médian de la selle externe. Tous les vrais *Placenticeras* présentent une cloison du même type.

Il faut également en rapprocher les *Sphenodiscus* (fig. 67) qui ne diffèrent du genre précédent que par la forme de la coquille tranchante au lieu d'être bicarénée, différence du même ordre que celle qui existe entre les *Psilotissotia* et les *Pulchellia*.

Formes à quatre lobes adventifs. — D'après ce que nous venons de voir, elles dériveront d'un groupe où le premier lobe latéral sera divisé en quatre. Or c'est précisément le cas dans les Hoplitoidinés, comme on peut le voir par exemple dans la cloison d'un *Cœlopoceras* reproduite ci-contre (fig. 68) ; le lobule l^1d^2 se développera plus que les autres et deviendra le premier latéral, les

1. Et non trois comme je l'ai dit par erreur (*C. somm. S. G. F.*, 1er mai 1911), en me reportant à une forme exceptionnelle, *Pl. pacificum* in Solger (*Bibliogr. n°* 15) qui a bien trois lobes adventifs et devrait être séparée des véritables *Placenticeras*.

trois autres lobules l^1d^1, l^1v^1 et l^1v^2 deviendront des lobes auxiliaires, auxquels viendra s'ajouter un quatrième lobe représentant le lobule s^1l de la selle externe. Cette disposition est bien visible sur un jeune *Engonoceras saadense* Peron, du Vraconnien de

Fig. 68. — Cloison de *Cœlopoceras Requieni* du Turonien supérieur de Khenchela.

Fig. 68 *bis*.— Cloison d'un jeune *Hoplitoides segnis* du Sinaï à région externe tronquée (gr. 3 fois).

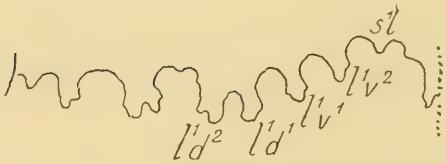


Fig. 69. — Cloison de *Engonoceras saadense* Peron : Individu jeune du Vraconnien de Khenchela.

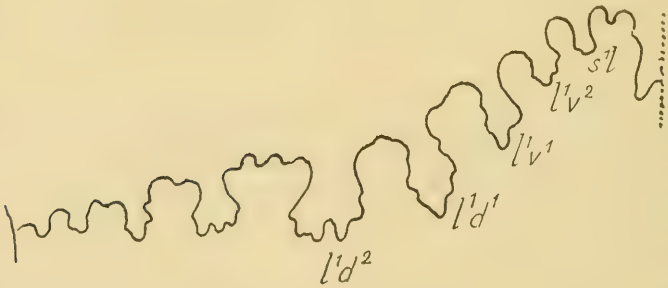


Fig. 70. — Cloison de la même espèce et de la même localité ; individu adulte.

Khenchela (fig. 69), où les deux lobules l^1d^2 et l^1d^1 ne sont pas encore complètement séparés et qui est tout à fait comparable au jeune de l'*Hoplitoides segnis* (fig. 68 *bis*). Leur individualisation est complète dans un échantillon adulte de Khenchela (fig. 70).

Formes à trois lobes adventifs. — Elles sont très rares, et elles correspondent à un groupe dans lequel le premier lobe latéral est divisé en trois lobules ; j'ai précisément signalé cette disposi-

tion dans certains *Cœlopoceras*, comme le *C. Lesseli* (fig. 71). Un curieux échantillon de la collection de Verneuil, provenant du Vraconnien de la Muela de Vicorp (Espagne), vient justifier ce rapprochement. Sa cloison (fig. 72) montre que les deux lobes adventifs qui suivent immédiatement le lobe principal ne sont pas encore complètement individualisés et leur analogie avec les deux lobules l^1v^1 et l^1v^2 des *Cœlopoceras* est frappante. Le lobe principal correspond alors à l^1d et le premier

Fig. 71. — Cloison de *Cœlopoceras Lesseli*, du Turonien de Khenchela.

Fig. 72. — Cloison d'*Engonoceras* sp., de la Muela de Vicorp (Espagne).

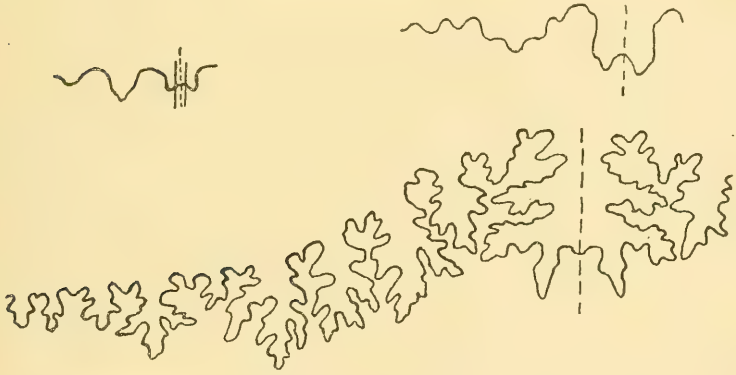


Fig. 73. — Cloison de *Engonoceras pacificum* P. Smith, in Solger.

lobe adventif représente comme toujours le lobule médian s^1l de la selle externe. On peut ranger cette forme encore dans les *Engonoceras*, de même que je n'ai pas séparé le *C. Lesseli* des *Cœlopoceras* proprement dits.

Une deuxième forme à trois lobes adventifs est le *Placenticeras pacificum* J. P. Smith, dont la cloison (fig. 73) a été reproduite d'après Solger (*Bibliogr. n°* **15**, p. 74) ; l'étude du développement de la cloison montre que le lobe principal et les deux derniers lobes adventifs dérivent du premier lobe latéral qui est primitivement tripartite, exactement comme celui des jeunes

Pulchelliinés (voir fig. 1) ; le premier lobe adventif correspondant à un lobule de la selle externe. Ce type serait donc à rapprocher des *Engonoceras* comme le précédent et non des *Placenticeras* dans lesquels il n'y a normalement que deux lobes adventifs.

On voit *en résumé* que les lobes adventifs résultent toujours du développement des éléments de la cloison les plus rapprochés de la région siphonale et de leur individualisation. Dans un premier groupe c'est le lobule de la selle externe qui se développe seul, le premier lobe latéral conservant sa forme normale ; il n'existe alors qu'un seul lobe adventif. Ce premier groupe n'est qu'un rameau de la branche des Tissotiinés : les *Prelibycoceras* se développant à côté des *Pseudotissotia*, tandis que les *Libycoceras* et *Indoceras* rappellent les *Tissotia* par leurs selles simples.

Dans un deuxième groupe, le développement affecte non seulement la selle externe, mais aussi le premier lobe latéral, et celui-ci se modifie exactement comme dans les Hoplitoidinés, c'est-à-dire qu'il peut se décomposer en deux (l^1d et l^1v) ou quatre lobules (l^1d^2, l^1d^1, l^1v^1, l^1v^2), pouvant se réduire à trois (l^1d, l^1v^1, l^1v^2). Dans ce cas le dernier élément l^1d ou l^1d^2 devient le lobe principal, les autres formant deux, quatre ou trois lobes adventifs avec le lobule s^1l de la selle externe. Ce qui est particulièrement intéressant, c'est que ce développement tout en se faisant exactement comme dans les Hoplitoidinés, remonte à une période géologique plus ancienne. Il est caractérisé en effet dès l'Albien et le Vraconnien, avec les *Knemiceras* et *Engonoceras* ; les *Placenticeras* et *Sphenodiscus* dérivant ensuite du premier de ces genres.

Cette similitude dans le développement du premier lobe latéral montre bien qu'il est en relation avec la constitution même de l'organe encore inconnu, qui lui correspondait dans l'animal. L'élargissement de la partie externe de la cloison est sans doute en relation avec le développement même de cette portion de la coquille ; la forme de celle-ci dépend surtout des organes antérieurs et en particulier du siphon et de la chambre respiratoire, et leur développement correspond vraisemblablement à l'augmentation des facultés locomotrices de l'animal. La partie ventrale de la coquille se trouvant élargie, l'organe qui occupe cette position au fond du sac du manteau, a dû s'étaler ; si, comme il est probable, c'est une glande, le foie peut-être, les lobules se sont développés, individualisés, de là la formation des lobes adventifs. La présence de ces lobes indiquerait donc que l'animal était un fort nageur et la forme très amincie que la coquille présente souvent vient confirmer cette manière de voir.

AVIS

Par décision du Conseil : **Le Compte Rendu des Séances n'est plus réimprimé dans le Bulletin proprement dit.**

Le **Compte Rendu sommaire des Séances** comprend les présentations d'ouvrages, analyses, résumés très courts et observations aux diverses communications, faits en séance ou adressés par la poste.

Le **Bulletin** ne renferme que les notes et mémoires détaillés, présentés en séance.

En conséquence **les Cahiers des Comptes Rendus sommaires des séances doivent être conservés.** Ils peuvent être, en fin d'année, reliés à part ou avec les fascicules du Bulletin. Des tables sont fournies à cet effet.

Les comptes rendus sommaires paraissent, en général, dans les quinze jours qui suivent la séance.

Deux pages au maximum sont accordées aux *notes* **originales.**

Une demi-page (petit texte) est accordée aux *observations* ou *rectifications* à une communication quelconque.

Un tiers de page est accordé pour les *présentations d'ouvrages imprimés.*

Ces limites comprennent les titres et les notes infrapaginales.

La page est de 42 lignes d'environ 60 lettres chacune. Les intervalles entre les mots et les signes comptent comme une lettre.

Les auteurs doivent déposer, à l'issue de la séance, les notes manuscrites concernant leurs communications pour le compte rendu sommaire. Les membres qui ont pris part à des discussions verbales en cours de séance et qui désirent qu'il en soit fait mention **sont invités à rédiger ces observations** *et à les remettre au secrétaire*, **autant que possible séance tenante.**

Le Secrétariat *ne garantit*, dans aucun cas, la publication *littérale* et *in extenso* des notes remises. Les auteurs peuvent indiquer les passages de leurs communications pouvant être supprimés sans inconvénient en cas de nécessité. *Il est toujours préférable de ne remettre que des résumés très concis.*

Les notes et mémoires étant mis en composition aussitôt leur dépôt, *les auteurs ont donc tout intérêt à remettre leurs manuscrits complets au moment même où ils font leurs communications orales ou écrites. L'impression de tout manuscrit insuffisamment lisible ou incomplet est ajournée et le manuscrit renvoyé à son auteur.*

Pages

***E. Caziot* et *E. Maury*.** — Limons et alluvions pléistocènes de la vallée inférieure du Var avec leur faune terrestre et fluviatile (*2 cartes, 1 fig.*)..... 177

***Henri Douvillé*.** — *Pseudotoucasia* et *Bayleia* (*6 fig.*)..... 190

***D. Hollande*.** — Extrémité nord du massif de la Grande-Chartreuse (*1 carte, 14 fig.*)..... 195

***N. Font y Sagué*.** — Les formations géologiques du Rio de Oro (Sahara occidental) (*1 fig.*)..... 212

***G. F. Dollfus*.** — Étude des fossiles recueillis par N. Font y Sagué au Rio de Oro (*11 fig.*)..... 218

***E. Caziot*.** — Étude revisionnelle des Mollusques quaternaires des brèches de Toga, à Bastia (Corse) (*8 fig.*)..... 239

***Henri Roux*.** — Les plis des environs du Redeyef (Sud-Tunisien). Contribution à l'étude de l'Atlas saharien (*3 cartes, 2 fig.*)..... 249

***Henri Douvillé*.** — Evolution et classification des Pulchelliidés (*13 fig.*)..... 285

Tarif des tirés à part sur papier du Bulletin.

		25 ex.	50 ex.	75 ex.	100 ex.	150 ex.	200 ex.	250 ex.
Brochage compris	16 pages.....	5,50	7 »	8,50	10 »	13 »	16 »	19 »
	12 —	5 »	6,25	7,50	8,75	10,25	12,75	15,25
	8 —	4 »	4,75	5,50	6,25	7,75	9,25	10,75
	4 —	3 »	3,50	4 »	4,50	5,50	6,50	7,50
	2 —	2,50	2,75	3 »	3,25	3,75	4,25	4,75
COUVERTURE								
Imprimée, titre spécial....		4 »	4,50	5 »	5,50	6,50	7,50	8,50
Passe-partout avec titre de la note.....		3 »	3,50	4 »	4,50	5,50	6,50	7,50
Papier couleur sans impression.....		0,50	0,75	1 »	1,25	1,75	2,25	3,75

Les auteurs doivent faire, *sur le manuscrit*, leur **demande de tirés à part** *en donnant des instructions très précises pour la couverture*, aussi bien pour les tirés à part extraits du *Bulletin* que pour ceux extraits du *C. R. sommaire*.

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS *Le gérant de la Soc. géologique :* L. MÉMIN.

4e Série, t. XI. — 1911. — Nos 6-7-8

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832

QUATRIÈME SÉRIE

TOME ONZIÈME

FASCICULES 6-7-8 :

Feuilles 21-30. — Planches II-X

75 cartes, coupes ou figures dans le texte

PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI

1911

PUBLICATION MENSUELLE SEPTEMBRE 1912

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

Art. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les arts industriels et l'agriculture.

Art. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation [1] et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

Art. 38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de Novembre à Juillet.

Art. 39. — La Société se réunit deux fois par mois (le 1er et le 3e lundi du mois).

Art. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

Art. 46. — Les membres de la Société ne peuvent lire devant elle aucun ouvrage déjà imprimé.

Art. 48. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

Art. 50. — Chaque année, de Juillet à Novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

Art. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. 55. — ... Il ne peut être vendu aux personnes étrangères à la Société qu'au prix de la cotisation annuelle.

Art. 58. — Les membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années du Bulletin pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Toutefois, les volumes correspondant aux années antérieures à leur entrée dans la Société leur sont cédés, après décision spéciale du Conseil et conformément à un tarif déterminé.

Art. 60. — Quelle que soit la longueur des notes ou mémoires insérés au Bulletin, les auteurs pourront en faire faire à leurs frais un tirage à part.

Art. 73. — *Chaque membre paye: 1° un droit d'entrée; 2° une cotisation annuelle*[2].

Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs.

La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs.

La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (**400 francs**).

Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : **1000 francs**).

---

1. Les personnes qui désireraient faire partie de la Société et qui ne connaîtraient aucun membre qui pût les présenter n'auront qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

2. *Néanmoins sur la demande des parrains les nouveaux membres peuvent n'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le Bulletin que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.*

Note sur quelques végétaux infraliasiques des environs de Niort

par **R. Zeiller**[1].

Planche II.

Le gisement d'où proviennent les végétaux fossiles dont je désire entretenir la Société m'a été signalé il y a quelque dix-huit mois par notre confrère M. A. de Grossouvre. Il est situé au lieu dit Brangeard, sur la commune de Cherveux, entre Niort et Saint-Maixent : on exploite en ce point des sables à grains plus ou moins grossiers, qui sont employés pour la fabrication du mortier. Dans ces sables sont intercalées des argiles à empreintes végétales, qui ont fourni un certain nombre d'échantillons, d'une part à M. Aimé-Forestier, qui en a fait don au musée de Niort, d'autre part à M. Sauvaget, instituteur à Niort, à l'obligeance de qui je dois la communication non seulement de ceux qu'il a lui-même recueillis, mais de ceux qui se trouvent au musée de Niort et que M. Gelin, conservateur de ce musée, a bien voulu laisser sortir momentanément des collections confiées à ses soins.

D'après une coupe relevée par M. Sauvaget, les bancs sur lesquels est ouverte la sablière sont les suivants :

Argile jaune-grisâtre en blocs	2 m. 50
Sable siliceux micacé avec intercalations d'argile bleuâtre	2 m.
Sable gris-blanc micacé très pur à gros grains de quartz	1 m.
Argile grisâtre en bancs lenticulaires	0 m. 50.
Sable à gros éléments avec poches de lignite.	2 m.
Argile feuilletée à empreintes végétales	0 m. 07 à 0 m. 10.
Sable micacé à gros éléments	1 m. 30
Gravier à cailloux de quartz roulés.	0 m. 25 à 0 m. 30
Argile blanchâtre	0 m. 60
Schistes cristallins massifs.	

Cet ensemble est recouvert, d'abord, par des calcaires dolomitiques en plaquettes, auxquels succèdent des calcaires caverneux jaune-nankin, les uns et les autres considérés comme hettangiens ; au-dessus vient le Sinémurien.

1. Note présentée à la séance du 15 mai 1911.

Les échantillons qui m'ont été envoyés à la fin de 1909 consistent en des plaques d'argile sableuse fine, de couleur grise tirant sur le jaune ou le brun, sur lesquelles les débris de plantes apparaissent en brun très foncé, la matière végétale étant remplacée par une substance ocreuse brune sans consistance, principalement formée d'oxyde de fer, qui n'adhère que très faiblement à la roche et n'est conservée que par places ; il ne reste, lorsqu'elle a disparu, que l'empreinte du fragment de plante qu'elle représentait. Ces échantillons ne renferment que les cinq espèces que je vais énumérer, et j'avais compté sur les recherches plus prolongées que M. Sauvaget annonçait l'intention d'entreprendre, pour faire découvrir d'autres formes ; l'événement n'a malheureusement pas répondu à mon attente : la mince couche d'argile qui renfermait les empreintes ne constituait qu'une lentille relativement peu étendue et n'a pas tardé à disparaître, et les progrès de l'exploitation, que M. Sauvaget a continué à suivre, n'ont pas amené la découverte de nouvelles intercalations argileuses avec empreintes végétales.

Je ne veux donc pas attendre davantage pour faire connaître les observations que j'ai pu faire sur les échantillons qui m'ont été communiqués et pour signaler à la Société ce nouveau gisement. Les gisements de végétaux fossiles de l'époque secondaire sont assez rares en effet en France, et surtout dans la région ouest de la France, pour qu'il y ait intérêt, lorsqu'on vient à en trouver un nouveau, à mentionner cette découverte et à appeler ainsi l'attention des géologues locaux sur les couches de même âge qui peuvent exister sur d'autres points de la même région et renfermer peut-être, elles aussi, des empreintes végétales.

Les espèces que j'ai observées sont les suivantes, comprenant une Équisétinée, trois Fougères et une Conifère.

Equisetites sp.

Pl. II, fig. 5.

Cette Équisétinée est représentée par un court tronçon de tige, long de 12 mm. seulement, mesurant 19 mm. dans le sens transversal, mais incomplet dans ce sens. Il semble limité du côté supérieur par une articulation, au-dessous de laquelle apparaissent des sillons ou plutôt des plis longitudinaux espacés d'un peu moins de 1 mm. (exactement 0 mm. 9) qui vont en se rétrécissant peu à peu vers le bas et s'effacent après un parcours de 10 mm. Au-dessus de l'articulation se montrent quelques dents à peine soudées à leur base les unes aux autres, correspondant

aux intervalles des sillons qui viennent d'être mentionnés, et dont l'une, la seule qui soit complète, mesure 5 mm. de longueur. On croirait au premier abord à un verticille de feuilles libres jusqu'à leur base ou du moins soudées entre elles sur une hauteur insignifiante, les sillons correspondant à leurs intervalles étant interprétés comme appartenant à la tige elle-même. En réalité, je crois qu'il doit s'agir là d'un fragment de gaine formé de feuilles soudées sur une assez grande longueur, libres seulement à leur partie supérieure, et que l'apparence d'articulation vient de l'existence, à cette hauteur, d'une articulation de la tige, contre la surface de laquelle la gaine était appliquée.

C'est, du reste, ce qui s'observe fréquemment sur l'*Equisetites veronensis* Zigno du Lias du Véronais, ainsi que j'ai pu le conssater aussi bien sur les échantillons de cette espèce que possède l'École des Mines, que sur les figures de Zigno[1], et la ressemblance est même assez grande, sous tous les rapports, pour qu'on soit tenté de se demander si l'on n'aurait pas affaire ici à l'*Eq. veronensis*. Toutefois cette espèce a des feuilles plus larges, mesurant 1 mm. 5 de largeur, et les dents terminales sont plus rapidement rétrécies, limitées latéralement par un contour légèrement concave vers l'extérieur, de sorte que les sinus qui les séparent sont franchement arrondis, tandis qu'ici les sinus séparatifs paraissent avoir été aigus, les dents terminales se rétrécissant peu à peu et affectant un contour triangulaire allongé à bords rectilignes.

Je ne pense donc pas qu'on puisse identifier cet échantillon à l'espèce dont je viens de parler, mais je n'en vois pas dont il me paraisse se rapprocher davantage. Néanmoins il est trop incomplet et trop imparfaitement conservé pour qu'il soit possible d'affirmer qu'il s'agisse ici d'une espèce nouvelle, et je me borne à le signaler sans essayer de le dénommer.

Thinnfeldia incisa Saporta

Pl. II, fig. 1 à 3.

Cette espèce est de beaucoup la plus commune de celles qui se sont trouvées représentées à la sablière de Brangeard, puisque onze des quinze échantillons que j'ai eus en mains lui appartiennent. Ils montrent une série de passages entre les formes à grandes pinnules, tels que celui de la figure 2, et les formes à petites pinnules, tels que celui de la figure 3, soit qu'il s'agisse

1. Zigno. Flora fossilis formationis oolithicæ, pl. vi (voir surtout la partie gauche de la figure 1 à mi-hauteur et la partie supérieure de la figure 5).

de frondes à pinnules de dimensions largement variables, soit qu'il s'agisse de pennes situées différemment sur la fronde.

Si l'on se reporte à la figure la plus complète de cette espèce publiée par Saporta[1], on y voit les divisions de dernier ordre de la fronde constituées tantôt par de grandes pinnules simples, entières ou plus ou moins lobées, et tantôt, les lobes s'accentuant et se séparant par des sinus de plus en plus profonds, par des pennes garnies de petites pinnules, un peu plus grandes seulement que celles de l'échantillon de la figure 3. Il est donc fort admissible que la penne représentée sur cette figure soit une penne de même ordre que les pennes latérales à pinnules simples des échantillons des figures 1 et 2, mais située plus bas sur la fronde. On ne saurait toutefois affirmer qu'il en soit ainsi, étant donné les différences déjà notables qu'on observe dans les dimensions des pinnules entre l'échantillon de la figure 2 et celui de la figure 1, avec lesquels on a, semble-t-il, affaire à des pennes homologues.

Sur les trois échantillons que je figure on n'observe que des pinnules entières, mais sur un ou deux autres, moins nets et que je m'abstiens en conséquence de figurer, on voit sur certaines pinnules, d'ailleurs irrégulièrement distribuées, apparaître quelques incisions latérales semblables à celles que Saporta a observées sur les échantillons de Hettange[2] et qui lui ont fait choisir le nom spécifique sous lequel il a désigné cette espèce. Certains autres échantillons figurés par lui[3] n'offrent, d'ailleurs, eux-mêmes que des pinnules entières, parfaitement semblables à celles des figures 1 et 2, planche II.

L'identification ne peut donc être mise en doute ; mais la plupart des échantillons de Brangeard offrent une particularité que ne présentaient ni ceux de Hettange, ni celui de Millac (Dordogne), signalés par Saporta : elle consiste dans la présence, sur le pourtour des pinnules, d'une bordure marginale plus ou moins accentuée, pouvant atteindre jusqu'à 0 mm. 40 de largeur. Elle est à peine sensible sur l'échantillon de la figure 2, mais elle apparaît nettement sur les deux autres (fig. 1 et fig. 3), aussi marquée que s'il s'agissait d'un *Lomatopteris*. On remarque en outre que la nervation, peu visible, d'une façon générale, sur tous ces échantillons, est absolument indiscernable sur ceux où la bordure mar-

1. Mis de Saporta. Paléontologie française, Plantes jurassiques, IV, pl. cclxxi fig. 1.
2. Saporta. Paléontologie française, Plantes jurassiques, I, pl. xli, fig. 4 ; pl. xlii, fig. 1, 2.
3. Voir notamment *loc. cit.*, IV, pl. cxxcii, fig. 1.

ginale est bien accentuée. Les différences qu'on observe d'un échantillon à l'autre dans le degré d'accentuation de cette bordure marginale attestent, d'ailleurs, qu'il ne s'agit pas là d'un caractère constant, de valeur générique, ni même spécifique, mais bien d'une particularité individuelle et accidentelle, dépendant, suivant toute probabilité, de ce que le limbe était plus ou moins épais, avait un épiderme plus ou moins coriace.

Ce n'est pas la première fois, du reste, que l'on constate sur des espèces du genre *Thinnfeldia* l'existence accidentelle d'une semblable bordure marginale. Mon confrère et ami M. le Professeur A. C. Seward l'a signalée sur quelques échantillons du Lias d'Angleterre appartenant au *Th. rhomboidalis* Ettingshausen[1], chez lequel pourtant on n'observe généralement rien de semblable, et il a reconnu qu'elle devait être imputée, non à un reploiement du bord du limbe, mais à l'épaississement de la cuticule le long de ce bord.

Bien que les échantillons de Brangeard ne se prêtent pas à un examen microscopique et que je n'aie pu faire sur eux aucune vérification, je ne doute pas qu'il faille interpréter de même la bordure marginale qu'ils présentent et voir en elle un caractère accidentel, imputable à un fait de xérophytisme. On sait combien, chez certaines espèces de Fougères vivantes, l'épaisseur du limbe est susceptible de varier suivant qu'elles se développent à l'ombre ou au soleil, et il y a tout lieu de penser que ces Fougères à feuilles coriaces, à épiderme fortement cuticularisé, représentent une adaptation à des conditions particulières de chaleur et de sécheresse.

En tout cas les fragments de pennes de *Th. incisa* de la sablière de Brangeard montrent chez cette Fougère des pennes plus profondément découpées, à pinnules plus régulières et plus petites, que les échantillons, peu nombreux d'ailleurs, que l'on en connaissait jusqu'ici, et donnent à penser qu'elle devait avoir des frondes d'assez grande taille, franchement tripinnées dans leur région inférieure.

Cladophlebis (*Todea*) *Rœsserti* Presl (sp.)

Pl. II, fig. 5.

Cette espèce n'est représentée que sur deux des échantillons que j'ai eus en mains, et dont le principal montre, en outre du

1. A. C. Seward. Catalogue of the mesozoic Plants in the dep. of Geology, British Museum. The Jurassic Flora, pt. II, p. 34, pl. iv, fig. 1, 2. — Fossil Plants, II, p. 542, fig. 359 ; fig. 360 C.

grand fragment de fronde de la figure 5, planche II, à pennes rabattues d'un même côté du rachis, un autre fragment de rachis moins étendu portant également quelques pennes, mais très incomplètes et mal conservées. Toutes ces pennes offrent, avec un contour normal, un caractère quelque peu insolite, consistant dans l'existence, au pourtour des pinnules, d'une bordure marginale bien accusée, large de 0 mm. 20 à 0 mm. 30, qui pourrait, au premier abord, faire songer à un *Lomatopteris*. On voit, en même temps, que le limbe devait être assez épais, car on ne distingue sur aucune des pinnules la moindre trace de la nervation, la nervure médiane elle-même demeurant indiscernable.

En tout cas, la forme même des pinnules, attachées par toute leur base, rétrécies peu à peu vers le haut en pointe plus ou moins arrondie, et nettement arquées en avant, est la forme caractéristique des *Cladophlebis*, et le port général est également celui des espèces de ce genre ; l'absence de pinnules sur le rachis principal, entre les insertions des pennes latérales, exclut, au surplus, l'attribution au genre *Lomatopteris*. Je ne puis donc douter qu'il s'agisse bien là d'un *Cladophlebis* et que, comme pour le *Thinnfeldia incisa*, il ne faille pas attacher autrement d'importance à la présence de cette bordure marginale sur le pourtour des pinnules. On n'a, il est vrai, signalé de bordure semblable sur aucun échantillon à moi connu de *Cladophlebis*, comme on en avait signalé sur certaines pennes de *Thinnfeldia* ; il semble cependant que l'un des spécimens de *Clad. Williamsoni* Brongniart du Kimméridien d'Écosse récemment décrits par M. Seward offre des pinnules, non pas pourvues d'un bourrelet marginal aussi accusé, mais à bord sensiblement induré, à en juger du moins par l'accentuation très marquée de leur contour sur la figure phototypique qui en a été donnée [1]. On aurait seulement affaire, avec les échantillons de Brangeard, à un épaississement plus profond de l'épiderme, se traduisant sur l'empreinte par un bourrelet marginal de largeur plus appréciable, et je ne crois pas qu'il faille tenir compte de cette particularité pour la détermination de la Fougère en question.

Elle me paraît, finalement, devoir être rapportée au *Clad. Rœsserti*, à raison de la concordance complète qu'elle présente notamment avec l'un des échantillons du Rhétien de Franconie figurés par Schenk [2].

1. A. C. Seward, The Jurassic Flora of Sutherland. *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, XLVII, pt. iv, n° 23, pl. vii, fig. 159 (notamment la penne supérieure).

2. Schenk. Fossile Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens, pl. x, fig. 1.

Je dois reconnaître toutefois qu'elle ressemble presque autant à certains des échantillons de *Clad. Williamsoni* de l'Oolithe d'Angleterre qu'a figurés M. Seward[1]; j'ai déjà fait remarquer, à propos du *Clad. Rœsserti* du Rhétien du Tonkin[2], les liens étroits qui existent entre ces deux espèces, qu'on pourrait être tenté de regarder comme deux étapes successives d'un même type spécifique, représenté déjà dans le Trias par le *Clad. remota* Presl (sp.) et le *Clad. densifolia* Fontaine (sp.); mais si l'on s'attache aux caractères différentiels, il semble que les échantillons de Brangeard se distinguent du *Clad. Williamsoni* par l'élargissement sensible de la base des pinnules, qui, au lieu de se contracter du côté inférieur, tendent plutôt vers une légère décurrence sur le rachis, conformément à ce qui s'observe souvent chez le *Clad. Rœsserti*. Cette espèce a, d'ailleurs, été signalée par Saporta dans l'Infralias de Hettange.

Tæniopteris tenuinervis Brauns.

Pl. II, fig. 4.

L'échantillon principal de la sablière de Brangeard, dont la figure 5 représente une partie, porte deux petits fragments de frondes rubanées, n'offrant que la moitié de leur limbe, large de 8 mm. pour l'un, de 12 mm. pour l'autre, appartenant au genre *Tæniopteris*. Les nervures, presque toutes simples, espacées de 0 mm. 30 à 0 mm. 50, partent à angle droit du rachis, et se relèvent très légèrement vers l'extrémité.

Par leurs dimensions comme par les caractères de leur nervation, ils concordent si exactement avec le *Tæn. tenuinervis* Brauns, du Rhétien et de l'Infralias, que je ne puis hésiter à les rapporter à cette espèce.

Widdringtonites sp.

Pl. II, fig. 6, 6a.

Sur trois des échantillons qui m'ont été communiqués, se montrent de grêles ramules de Conifères, tantôt isolés, tantôt groupés parallèlement les uns aux autres, qui me paraissent pouvoir être classés comme *Widdringtonites*, sans que j'ose leur attribuer un nom spécifique.

Ils mesurent de 2 à 4 mm. de largeur et sont garnis de petites feuilles apprimées, disposées sur la face visible en trois séries,

1. A. C. Seward. The Jurassic Flora, pt. I, pl. xxi, fig. 6.
2. R. Zeiller. Flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin, p. 43.

deux latérales et une médiane. Ces feuilles mesurent 2 mm. 5 à 4 mm. de hauteur, celles de la série médiane affectant un contour rhomboïdal, celles des séries latérales obtusément aiguës à leur sommet. Tantôt elles paraissent avoir été opposées-décussées, comme chez beaucoup de Cupressinées, tantôt elles semblent alternes, ou du moins leur disposition n'apparaît plus aussi régulière, et la ressemblance est complète à ce point de vue, comme au point de vue de l'aspect général, avec certaines espèces de *Widdringtonites*. Je citerai surtout le *Widdr. liasinus* Kurr (sp.), en particulier le bel échantillon de cette espèce dont M. Salfeld a donné récemment une reproduction phototypique[1], et sur lequel les derniers ramules se montrent également rapprochés les uns parallèlement aux autres, avec un aspect tout à fait conforme à celui des échantillons de Brangeard. En tout cas, la similitude est plus grande qu'avec le *Widdr. keuperianus* Heer, dont les feuilles latérales sont plus aiguës et se détachent davantage du rameau à leur sommet.

Il me paraîtrait toutefois imprudent de dénommer spécifiquement des échantillons aussi fragmentaires et aussi incomplets, et je me borne à signaler leur affinité avec le *Widdr. liasinus*.

Des trois espèces que j'ai pu déterminer, deux, *Cladophlebis Rœsserti* et *Tæniopteris tenuinervis*, ont été trouvées dans le Rhétien comme dans l'Infralias : le *Thinnfeldia incisa* n'a été signalé que dans l'Infralias proprement dit. Les deux autres, *Equisetites* sp. et *Widdringtonites* sp., rappellent plutôt des formes liasiques, ce dernier surtout, très voisin pour le moins du *Widdr. liasinus*. Ces déterminations concordent bien, on le voit, avec l'attribution à l'étage hettangien des calcaires qui surmontent la couche de sables à empreintes végétales.

On a affaire là à des débris végétaux amenés par un cours d'eau avec des boues et des sables et provenant, pour une partie du moins, de stations chaudes et sèches, ainsi qu'en témoigne l'épaississement du limbe observé sur les pinnules du *Clad. Rœsserti* et du *Thinnfeldia incisa* et attesté par la bordure marginale que j'ai signalée.

Je tiens, en terminant, à adresser tous mes remerciements, d'une part, à M. de Grossouvre qui m'a signalé ces échantillons, d'autre part à MM. Sauvaget et Gelin, à l'obligeance de qui j'en dois la communication.

1. H. Salfeld. Fossile Land-Pflanzen der Rät- und Juraformation Südwestdeutschlands. *Palæontographica*. LIV, pl. xvii.

Poissons fossiles de la République Argentine

par **F. Priem**[1].

Planches III et IV.

I. — Sur quelques Poissons fossiles du Patagonien.

Sommaire. — Gisements patagoniens divers. *Myliobatis* sp.; *Oxyrhina Desori* Ag.; *Oxyrhina hastalis* Ag.; *Odontaspis cuspidata* Ag. sp.; *Odontaspis* Ag.; *Odontaspis Winkleri* Leriche; *Lamna* sp.; *Carcharodon angustidens* Ag.; *Carcharoïdes totuserratus* Ameghino. Téléostomes. Gisements d'âge douteux.

Fl. Ameghino[2] a étudié les Poissons fossiles des couches marines du Patagonien comprises entre les couches terrestres du Deseado à *Pyrotherium*, *Astrapotherium* etc. et les couches terrestres du Santacruzien à *Nesodon*, *Diadiaphorus*, etc. Ameghino cite un grand nombre d'espèces dont certaines sont crétacées et d'autres tertiaires ; il cite sans description des espèces nouvelles, mais en les figurant. Pour lui, le Patagonien doit être attribué à l'Éocène inférieur ou à l'Éocène moyen. Pour M. Leriche[3] qui a interprété les figures données par Ameghino, les éléments du Patagonien sont oligocènes et miocènes et le Patagonien doit être attribué au Miocène inférieur. Déjà le Dr A. S. Woodward[4] avait conclu que les dents de Poissons du Patagonien ont un caractère miocène ou pliocène. Albert Gaudry[5] rangeait le Patagonien dans l'Oligocène et A. Tournouër[6] le considérait comme ayant une faune miocénique ou peut-être oligocénique.

J'ai eu l'occasion il y a quelques années d'étudier au Muséum

1. Note présentée à la séance du 1er mai 1911.

2. Fl. Ameghino. Les formations sédimentaires du Crétacé supérieur et du Tertiaire de Patagonie. *An. Mus. nac. Buenos-Aires*, XV, (3), VIII, 1906, 586 p. 3 pl. et fig. texte. — L'auteur parle des Poissons dans le chapitre « Ce que disent les Poissons fossiles du Patagonien », p. 176-188, fig. 44-50.

3. M. Leriche. Observations sur les Poissons du Patagonien récemment signalés par M. Fl. Ameghino. *Ann. Soc. géol. Nord*, t. XXXVI, 1907, p. 129-137. — Réplique de M. Ameghino. Notes sur les Poissons du Patagonien, *An. Mus. nac. Buenos-Aires*, t. XVI, (3), IX, 1908, p. 477-497, 7 fig.

4. A. S. Woodward. Observations on Senor Ameghino's Notes on the Geology and Palaeontology of Argentina. *Geol. Mag*, dec., IV, vol. IV, 1897, p. 20-23. — L'auteur avait donné préalablement, p. 4-20, une traduction d'un mémoire de Fl. Ameghino.

5. A. Gaudry. Fossiles de Patagonie. Étude sur une portion du monde antarctique. *Ann. de Paléont.*, t. I, 1906, p. 101-143, 27 fig.

6. A. Tournouër. Note sur la Géologie et la Paléontologie de la Patagonie. *B.S. G.F.*, (4), III, 1903, p. 463-473, 6 fig..

diverses dents et autres débris de Poissons fossiles du Patagonien, rapportés par M. A. Tournouër (*Muséum*, 1900-18 et 1903-31). Ce dernier et Albert Gaudry[1] ont cité mes déterminations que je reprends et complète ici.

Gisements patagoniens divers. — Les débris de Poissons rapportés par M. Tournouër et que j'ai étudiés, proviennent de Casamayor, de la falaise d'Isla Chica, près Trelow, du Deseado et de Florida Negra[2].

Myliobatis sp. — Un chevron isolé et incomplet de *Myliobatis* provient de la falaise d'Isla Chica. Ce débris ne permet aucune détermination précise.

Oxyrhina Desori Ag. — Du Deseado (C° Brown), et de Florida Negra proviennent d'assez nombreuses dents, généralement incomplètes, d'*Oxyrhina*, les unes antérieures, d'autres latérales, de la mâchoire inférieure. Certaines de ces dents doivent être attribuées à l'espèce d'Agassiz, *Oxyrhina Desori*. Les dents antérieures sont en effet étroites, les dents latérales n'ont pas leur sommet réfléchi vers le dehors.

Oxyrhina hastalis Ag. — D'autres dents des mêmes gisements sont généralement plus grandes ; elles sont fortement comprimées, avec leur face extérieure plate ou concave, le sommet des dents latérales est nettement réfléchi vers le dehors. Ces dents répondent à l'espèce d'Agassiz, *Oxyrhina hastalis*.

On sait que *Oxyrhina Desori* commence à se montrer dans l'Éocène et se trouve dans l'Oligocène, le Miocène et même le Pliocène, *Oxyrhina hastalis* caractérise le Miocène et le Pliocène[3].

Odontaspis cuspidata Ag. sp. — A Isla Chica et à Florida Negra il y a des dents antérieures à face interne lisse, pourvues (quand elles sont bien conservées) d'un denticule latéral unique. Ces dents, malheureusement en assez mauvais état, paraissent devoir être attribuées à *Odontaspis cuspidata*, espèce répandue dans l'Éocène (var. *Hopei*), l'Oligocène et le Miocène.

1. A. Tournouër. *Loc. cit.*, p. 466, 468-470. — A. Gaudry. *Loc. cit.*, p. 114.
2. M. A. Tournouër cite aussi (p. 467), Punta Nava à 25 km. de Casamayor où il y a des grès friables à *Oxyrhina hastalis* ; je n'ai pas vu au Muséum de dents de cette provenance.
3. L'espèce a été également signalée dans l'Éocène de l'Alabama et de la Caroline du Sud.

Odontaspis aff. *Winkleri* Leriche. — Du gisement de Florida Negra proviennent deux dents antérieures d'*Odontaspis* (fig. 1) ayant le trou nutritif dans un sillon de la face interne de la racine et deux denticules latéraux pointus, le plus grand étant l'interne. La couronne est lisse. Ces dents ont beaucoup de rapports avec *Od. Rutoti* Winkler sp. du Thanétien ou plutôt avec *Od. Winkleri* Leriche de l'Yprésien et du Lutétien, car il n'y a pas sur ces dents à la base de l'émail de la face externe les épines caractéristiques de *Od. Rutoti*. Nous les appellerons provisoirement *Od.* aff. *Winkleri*.

Fig. 1. — *Odontaspis* aff. *Winkleri* Leriche. Dent antérieure vue par la face interne, grandeur naturelle. Florida Negra, Patagonien.

Lamna sp. — Une dent oblique (mâchoire supérieure), arquée, aplatie, lisse, avec denticules latéraux pointus mais pas très grands, provient d'Isla Chica (fig. 2). Cette dent latérale supérieure peut être rapportée au genre *Lamna*. Par ses denticules latéraux elle a des rapports avec *L. appendiculata* Ag. sp. du Crétacé mais ils sont moins grands ; d'autre part elle diffère de *L. macrota* Ag. sp. du Tertiaire inférieur où les denticules sont plus épais et arrondis et où la face interne présente des stries plus ou moins accusées. Il s'agit peut-être d'une espèce nouvelle.

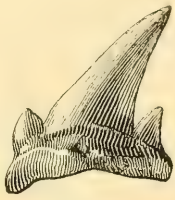


Fig. 2. — *Lamna* sp. Dent latérale supérieure vue par la face interne au double de la grandeur. Isla Chica, Patagonien.

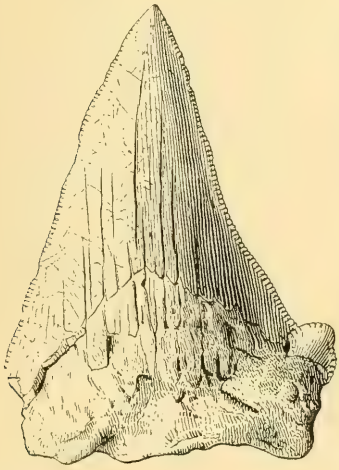


Fig. 3. — *Carcharodon angustidens* Ag. Dent latérale supérieure vue par la face interne, grandeur naturelle. Casamayor, Patagonien.

Carcharodon angustidens Agassiz. — On a signalé dans le Patagonien la présence de *Carcharodon megalodon* Ag. sp., espèce miocène et pliocène. Ameghino a figuré sous le nom de *C. chubutensis*[1] des dents plates à denticules latéraux mal séparés

1. Fl. Ameghino. Les formations sédimentaires, etc., p. 181, fig. 49 et p. 183, note.

de la couronne et qu'il faut attribuer à une variété de *C. megalodon*. Il en est de même des dents que Ameghino a figurées sous le nom de *C. auriculatus* Blainv., et qui appartiennent à la même variété *chubutensis*[1].

M. A. Tournouër n'a pas rapporté de dents de cette sorte, mais il a trouvé à Casamayor (fig. 3) une assez grosse dent oblique (latérale supérieure) moins large, moins plate que les dents de *C. megalodon* et à denticules latéraux mieux séparés de la couronne. Cette dent rappelle *C. auriculatus* Blainville sp., typique et surtout *C. angustidens* Ag., où les denticules latéraux sont moins bien séparés de la couronne que dans l'espèce précédente. Nous rapporterons donc cette dent de Casamayor à *C. angustidens*, espèce de l'Oligocène et aussi du Miocène[2].

Carcharoides totuserratus Ameghino. — D'Isla Chica et de Florida Negra proviennent des dents remarquables. Ces dents obliques, parfois très arquées, sont plates, à bords très tranchants ; lorsqu'elles sont complètes elles ont des denticules latéraux élancés et pointus. Elles ressembleraient tout à fait à des dents latérales supérieures de *Lamna* si leurs bords tranchants n'étaient crénelés de façon à rappeler le genre *Carcharodon* ; les crénelures en question montent assez haut vers la pointe sans toutefois l'atteindre (fig. 4 et 5).

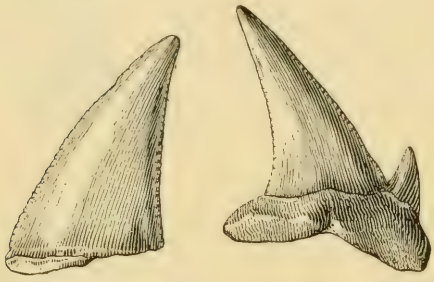


Fig. 4 et 5. — *Carcharoïdes totuserratus* Ameghino. Dents vues par la face interne, double de grandeur. Isla Chica, Patagonien.

Ces dents sont identiques à celle figurée par Ameghino sous le nom de *Carcharoïdes totuserratus*[3].

Téléostomes. — Les Téléostomes ne sont représentés parmi les débris rapportés par M. A. Tournouër que par quelques fragments.

Du Deseado (Jenkins) proviennent une petite vertèbre de Poisson téléostéen, deux pièces aplaties avec facette d'articulation

1. Fl. Ameghino. *Loc. cit.* p. 181, fig. 48 et pl. II, fig. 21-22. — M. Leriche. *Loc. cit.*, p. 433-134.

2. *Carcharodon auriculatus* caractérise l'Éocène et se trouve aussi dans l'Oligocène.

3. Fl. Ameghino. *Loc. cit.*, p. 183 (en note) et fig. 50. L'auteur dit que cette espèce a été appelée par le Dr A. S. Woodward, *Lamna crenatidens* (annotation manuscrite, Musée de Buenos-Aires).

qui pourraient être des morceaux de rayons branchiostèges et la partie inférieure fortement roulée d'un gros piquant dorsal avec la base articulaire qui a peut-être appartenu à un Siluridé.

D'après leurs Poissons les gisements patagoniens paraissent bien être oligocènes ou miocènes.

Gisements d'age douteux. — Les couches marines du Rio Chico qui reposent sur les grès à Dinosauriens (Crétacé) ont fourni quelques dents mal conservées, incomplètes.

De petites dents lisses rappellent *Scapanorhynchus subulatus* Ag. sp. et d'autres plus grands *Lamna appendiculata* Ag. sp. S'il en est bien ainsi, le gisement du Rio Chico serait crétacé.

Les couches marines du Coli Huapi ont fourni une grosse boucle roulée d'un Rajidé ou d'un Trygonidé, des boucles plus petites, des fragments indéterminables de piquants, de petites vertèbres de Téléostéens et quelques fragments granulés d'armure de Siluridé (*Arius ?*). Il s'agit sans doute de couches tertiaires dont on ne peut préciser l'âge.

II. — Sur des Poissons fossiles du Tertiaire supérieur du Parana

Sommaire. — 1° Elasmobranches ; *Odontaspis* aff. *contortidens* Ag. ; *Oxyrhina* sp. ; *Carcharias* (*Prionodon*) *obliquidens* Bravard sp. ; *Myliobatis americanus* Bravard et *Rhinoptera ?* sp. ; *Raja Agassizi* Larrazet ; *Dynobatis paranensis* Larrazet ; 2° Téléostomes ; *Arius* sp. ; *Hypostoma ?* sp. ; vertèbres, débris divers ; 3° Pièces indéterminées.

Dans la falaise du Rio Parana (République Argentine) on trouve des dépôts contenant des débris de Poissons mêlés à des restes de Reptiles et de Mammifères.

Les Poissons de ces couches du Parana ont été l'objet de diverses études. Bravard [1] a donné des noms à de nouvelles espèces fossiles mais sans les décrire. G. de Alessandri [2] a décrit une collection de fossiles du Parana conservée au Musée géologique de Turin. A. Smith Woodward [3] a examiné au British Museum une petite collection de fossiles portant des étiquettes de la main de Bravard et a réformé diverses déterminations de

1. A. Bravard. Monografia de los terrenos marinos terciarios de los cercanios del Parana. Parana 1858 (Reimprimée par G. Burmeister, Buenos-Aires, 1883 p. 45-94).

2. G. de Alessandri. Ricerche sul Pesci fossili di Parana (Republica argentina). *Atti della R. Accad. della Scienze di Torino*, vol. xxxi, 1896, 17 p., 1 pl.

3. A. Smith Woodward. On some Fish-remains from the Parana formation, Argentine Republic. *The Ann. and Mag. Nat. Hist.*, (7), VI, 1900, p. 1-7, pl. i.

G. de Alessandri. Un peu plus tard M. Domenico Sangiorgi [1] a étudié des fossiles du Parana conservés au Musée géologique de Parme.

Les collections paléontologiques du Muséum renferment d'assez nombreux fossiles du Parana, que j'ai pu étudier, grâce à l'obligeance du professeur Marcellin Boule. Déjà Larrazet [2] avait eu l'occasion de décrire d'intéressantes boucles de Raie conservées dans ces collections et provenant du Parana.

Les fossiles du Muséum ont été recueillis pour la plupart dans la falaise du Rio Parana, à Villa Urquiza, sur le cours inférieur du fleuve, non loin de la ville de Parana (n° du catalogue : 1884-9. M. David H. Dubois).

Les restes de Poissons de Villa Urquiza sont accompagnés de dents et d'un fragment de plaque dermique d'un Crocodilien, d'un fragment de plastron d'une Tortue, de débris de plaques qui paraissent avoir appartenu à un Glyptodonte, de débris de dents de Mammifères et notamment de Mammifères marins, comme un Phocidé (Otarie ?), un Cétacé voisin du Cachalot et enfin un Sirénien. Les Mammifères terrestres sont représentés par des fragments d'incisives de Rongeurs et des fragments de dents de *Mylodon* (ou de *Scelidotherium*) d'après M. Thevenin, assistant de Paléontologie au Muséum. Il y a aussi des débris de Crustacés.

D'autres fossiles du Muséum proviennent des terrains tertiaires du Haut Parana (Catalogue Anatomie comparée, 1872-459, M. Dupuis). Avec des débris de Poissons il y a là des fragments appartenant à d'autres Vertébrés, comme un débris de mandibule et des morceaux de plaques en mauvais état qui paraissent provenir d'un Crocodilien.

Enfin d'autres Poissons fossiles encore, ont été donnés au Muséum par M. d'Halwin (Catalogue 66, « terrains tertiaires, environs de Parana, Amérique méridionale »).

Nous allons considérer ces divers Poissons fossiles en commençant par les Elasmobranches.

1° Elasmobranches

Les Squales représentés dans la collection du Muséum sont les suivants :

1. Domenico Sangiorgi. Nuove forme di Pesci fossili del Parana. *Riv. ital. di Paleont.*, Bologne, VII, 1901, p. 61-68, 1 pl..

2. A. Larrazet. Des pièces de la peau de quelques Sélaciens fossiles. *B. S. G. F.*, (3), XIV, 1886., p. 259-261, pl. xiii, fig. 1-6; p. 263-265, pl. xiv, fig. 1-4 et pl. xv, fig. 1.

Odontaspis aff. *contortidens* Ag. (pl. III, fig. 1-6). — Je rapproche de l'espèce d'Agassiz des dents provenant, les unes de Villa Urquiza, les autres remises par M. d'Halwin.

Elles sont effilées, à courbure sigmoïdale, il y a des stries à la base mais qui tendent à s'effacer plus haut ; les denticules latéraux ont généralement disparu. Une de ces dents notées comme ayant été donnée à M. d'Halwin par Bravard (pl. III, fig. 1) a des stries accusées, des denticules pointus ; elle est petite, sigmoïdale, avec une racine renflée et un trou nutritif très net. Elle a été attribuée par le professeur F. Bassani, d'après une note inscrite sur le carton, à *Odontaspis acutissima* Ag. de l'Oligocène et du Miocène de Suisse et de France, mais elle est moins large à la base et les denticules sont moins effilés et moins élevés que dans cette dernière forme.

Toutes ces dents ont des rapports avec celles d'*O. contortidens*, espèce miocène et pliocène, mais les stries sont moins nettes. Le Dr A. S. Woodward[1] a décrit des dents semblables sous le nom d'*O. elegans* Ag. sp., cependant la courbure sigmoïdale me semble mieux accusée que dans cette dernière espèce.

Oxyrhina sp. (pl. III, fig. 7). — Je figure ici une dent provenant de Villa Urquiza, droite, pas très large, à face externe plate, face interne peu bombée, sommet à peine courbé vers le dehors. C'est une dent d'*Oxyrhina* ayant appartenu à la mâchoire inférieure. Elle est beaucoup moins large que les dents d'*Oxyrhina hastalis* Ag., espèce miocène et pliocène signalée au Parana par M. A. S. Woodward. Elle se rapproche plutôt de *O. Desori* Ag., oligocène et *O. Spallanzanii* Bonaparte actuelle.

Carcharias (*Prionodon*) *obliquidens* Bravard sp. (pl. III, fig. 8-10). — Des dents données par M. d'Halwin sont inscrites à tort sous le nom de *Corax*, genre crétacé (pl. III, fig. 9-10). Ce sont des dents supérieures de *Carcharias*, larges, triangulaires, à bords crénelés ; elles ont une cavité centrale, ce qui les distingue nettement des dents de *Corax*. Une de ces dents, moins large à la base, plus élevée, est une dent supérieure antérieure. A Villa Urquiza M. Davids H. Dubois a trouvé une dent supérieure latérale de *Carcharias* (pl. III, fig. 8).

Toutes ces dents sont semblables à celles que M. A. S. Wood-

1. A. S. Woodward. *Loc. cit.*, p. 3, pl. I, fig. 1-5. — L'auteur remarque que les échantillons roulés ont été attribués par G. de Alessandri à *Od. Hopei* Ag. sp., et que ceux qui ont perdu leurs denticules latéraux ont été appelés par Bravard *Lamna unicuspidens*.

ward rapporte à *Carcharias* (*Prionodon*) *obliquidens* Bravard sp. [1].

M. A. S. Woodward signale en outre dans la formation du Parana d'autres dents de Squales : *Carcharodon megalodon*, *Galeocerdo aduncus* et *Hemipristis serra* Ag. communs dans les terrains tertiaires supérieurs. Il rapporte au genre *Cestracion* sous le nom de *Cestracion paranensis* de Alessandri sp. des dents rapportées par G. de Alessandri au genre *Acrodus*. Ces dernières espèces ne sont pas représentées au Muséum.

Les Raies sont représentées par des chevrons, des piquants, des boucles de diverses espèces.

Myliobatis americanus Bravard et *Rhinoptera?* sp. (pl. III, fig. 11). — Un chevron de Myliobatidé donné par M. d'Halwin appartient à l'espèce de Bravard *Myliobatis americanus*, figurée par G. de Alessandri (*loc. cit.*, fig. 6*a*, 6*b*,). La couronne est mince. Il en est de même d'un fragment de chevron venant du Haut Parana.

D'après A. S. Woodward certaines dents indiquées par Bravard comme faisant partie de cette espèce doivent être rapportées en réalité au genre *Rhinoptera* ou *Zygobates*, où la couronne, quand elle n'est pas usée, est très épaisse. Sur le carton qui porte la dent donnée par M. d'Halwin il y a cette indication : *Myliobatis* ou *Zygobates* ; la couronne est mince, ce serait donc bien un *Myliobatis*.

Mais de Villa Urquiza provient un chevron incomplet à couronne épaisse. C'est peut-être un chevron de *Rhinoptera* (pl. III, fig. 11).

Du Haut Parana proviennent deux fragments de piquants comprimés latéralement, grossièrement sillonnés, avec de fines crénelures sur les bords ; ils ressemblent à un piquant de *Myliobatis* figuré par G. de Alessandri sous le nom de *M. americanus* ? (*loc. cit.*, fig. 6*c*) et nous l'inscrivons avec doute sous ce nom.

1. A. S. Woodward rapporte à cette espèces les dents appelées *Squalus obliquidens*, *Lamna amphibasidens*, *L. serridens* n. sp. par Bravard et celles appelées par G. de Alessandri *Carcharias* (*Aprionodon*) *Gibbesii* Woodward et *Corax* aff. *fulcatus* Ag. Il faut sans doute y rapporter celles que D. Sangiorgi appelle *Carcharias* (*Prionodon*) *Egertoni* Ag. sp.

Les dents appelées par D. Sangiorgi *Oxyrhina Desori* Ag. paraissent douteuses, de même celles qu'il appelle *Od. cuspidata* et qui pourraient être des dents de *Od. contortidens* (il y a certainement une erreur de figure ; la figure 3*a*-3*b* attribuée à *O. Desori* représente des dents à denticules latéraux et la figure 1*a*-1*b*, des dents sans denticules et racines, étroites, et qui pourraient être des dents d'*Oxyrhina* ; cette figure est attribuée à *Od. cuspidata*.) L'auteur rapporte aussi des dents du Parana, d'ailleurs douteuses, à *Lamna trigonata* Ag. espèce de l'Eocène de Kressenberg, Bavière.

Raja Agassizi Larrazet. — Ce nom a été donné à des boucles de Raies provenant de Villa Urquiza (Larrazet : *loc. cit.* p. 259-261, pl. XIII, fig. 1-6). Elles sont de tailles diverses. Une petite boucle en mauvais état du Haut Parana paraît appartenir à la même espèce.

Le Dr A. S. Woodward dit qu'au Musée de la Plata il y a une boucle typique de 88 mm. sur 75 mm. et 30 mm. d'épaisseur maximum.

Dynobatis paranensis Larrazet. — D'autres boucles de très grande taille et très élevées, en forme de cône, provenant de Villa Urquiza, ont été nommées par M. Larrazet, *Dynobatis paranensis* (*loc. cit.*, p. 263-264, pl. XIV, fig. 1-4).

Pour M. Jaekel [1] ce sont des boucles de *Trygon* et il les rapproche du *Trygon thalassia* Columna actuel, sous le nom de *Trygon thalassia fossilis*, nom qu'il emploie pour des boucles fossiles trouvées dans le Miocène de Baltringen (Allemagne) et de Mägenwyl (Argovie, Suisse). Il en serait de même pour la *Raja Agassizi*. Suivant M. Jaekel les boucles à base convexe de *Raja Agassizi* et de *Dynobatis paranensis* seraient des boucles du tronc et celles à base plane des boucles de la queue. Il fait remarquer que l'espèce actuelle se trouve encore maintenant dans l'Atlantique du Sud.

Le Dr A. S. Woodward regarde aussi les boucles de *Dynobatis paranensis* comme des boucles de Trygonides ; il dit qu'il y en a des exemples typiques dans le Musée national de Buenos-Aires.

Dynobatis rectangularis Larrazet. — Ce nom a été donné à une boucle de Villa Urquiza, rectangulaire avec une dépression centrale contenant une petite saillie (Larrazet, *loc. cit.*, p. 264-265, pl. XV, fig. 1). Sa base est convexe. Pour M. Jaekel c'est une boucle du disque de *Trygon thalassia fossilis*. Les boucles du disque ont chez *Trygon* une forme relativement simple et sont presque entièrement enfoncées dans la chair, tandis que les boucles de la queue sont extrêmement variées et s'élèvent presque complètement hors de la peau.

2° Téléostomes

Le Dr A. S. Woodward signale dans la formation du Parana des

1. O. Jaekel. Die eocänen Selachier vom Monte Bolca, Berlin, 1894, p. 141, fig. 30-31.

restes fragmentaires de Siluridés appartenant aux genres actuels de l'Amérique du Sud : *Arius* Cuvier et Valenciennes, *Pimelodus* Lacépède, *Platystoma* Agassiz, etc.

Au Muséum se trouvent des débris de Siluridés.

Arius sp. (pl. III, fig. 12-17) — Du Haut Parana proviennent des plaques granulées de l'armure céphalo-thoracique d'un Siluridé ; je les rapporte au genre *Arius* (pl. III, fig. 12-13). Il y a aussi des piquants à surface sillonnée et traces de tubercules sur la face postérieure. Je figure ici (pl. III, fig. 14-16) deux piquants pectoraux et un piquant dorsal. Il faut les rapporter au même genre.

Au genre *Arius* appartient sans doute un fragment de piquant pectoral provenant de Villa Urquiza (pl. III, fig. 17). Il est articulé à la clavicule. Celle-ci est fortement sillonnée ; de même le piquant, qui porte des traces de tubercules.

Hypostoma ? sp. (pl. III, fig. 18-19). — La falaise du Rio Parana à Villa Urquiza a fourni un fragment intéressant. Sur l'une des faces on voit des écailles épaisses, osseuses, imbriquées, avec de fortes crêtes ; l'autre face montre, avec des écailles de cette sorte, des restes de vertèbres. Ce fragment indique un Poisson voisin des Siluridés actuels des genres *Hypostoma* Lacépède et *Pterygoplichthys* Günther de l'Amérique du Sud. Nous l'appellerons *Hypostoma* ? sp. Un fragment analogue moins bien conservé a été trouvé au Haut Parana.

Il y a aussi dans les couches du Haut Parana et de Villa Urquiza des vertèbres de diverses tailles. L'une d'elles, de forte taille, est figurée (pl. III, fig. 20-21). Ce sont probablement des vertèbres de Siluridés. Du Haut Parana provient aussi un complexe de vertèbres antérieures soudées ayant appartenu à un Siluridé (pl. III, fig. 22-23).

Débris divers. — Signalons encore une pièce fortement sillonnée, percée d'une ouverture latérale, peut-être fragment d'armure céphalique d'un Siluridé avec fontanelle latérale. Elle provient du Haut Parana (pl. III, fig. 24).

Du Haut Parana proviennent aussi des pièces operculaires lisses et d'autres fragments qui sont peut-être des pharyngiens inférieurs. Le gisement de Villa Urquiza a fourni des fragments analogues à ces derniers, un fragment d'opercule lisse et un préopercule fortement sillonné.

Le Dr A. S. Woodward signale des débris attribués à des Cha-

racinidés, Poissons carnassiers communs dans les fleuves de l'Amérique du Sud.

Des fragments indéterminables ont été attribués à des Sparidés et des Labridés par Bravard et G. de Alessandri. Ce dernier signale *Chrysophrys* Cuvier et un autre Sparidé indéterminé. M. D. Sangiorgi rapproche certains débris, surtout des mâchoires, du genre *Cantharus* Cuvier actuel ; il les appelle *Cantharus* ? n. sp.

G. de Alessandri rapporte des dents au genre de Labridés : *Protautoga* Leidy (Miocène de la Virginie), sous le nom de *P. longidens* n. sp. Il rapporte aussi avec doute une petite dent striée au genre *Lepidosteus* Lacépède.

3° Pièces indéterminées.

A Villa Urquiza et au Haut Parana on trouve des formations intéressantes (pl. III, fig. 27 et pl. IV, fig. 1-15). Ce sont des pièces bombées sur leurs deux faces, cordiformes, parfois avec une crête médiane sur la face supérieure, terminée par une pointe mousse. Sur la face inférieure il y a deux fortes saillies latérales et une dépression médiane à la partie large du cœur opposée à la pointe.

D'autres portent à la face supérieure une dépression placée à la partie large et d'où part la crête qui aboutit à la pointe.

D'autres pièces plus petites, également cordiformes, ne présentent ni crête ni dépression supérieures.

M. d'Halwin a rapporté de Parana (pl. III, fig. 25-56) des formations analogues de taille moindre que la plupart des pièces signalées plus haut. Celle-ci, comme le montrent les figures, sont de taille assez considérable. Il y en a même encore de plus grosses, malheureusement mal conservées.

M. L. Vaillant, professeur honoraire du Muséum, à qui j'ai montré ces singulières productions, serait disposé à les regarder comme des boucles de Raies. Mais d'autres pièces, qui se rapprochent beaucoup de ces formations, ont une pointe beaucoup plus accusée et même fort longue et ressemblent à des interépineux (pl. IV, fig. 16-19). Il parait y avoir ainsi des analogies entre les pièces larges, cordiformes, à courte pointe et les pièces minces à longue pointe, de sorte que je ne sais à quels Poissons les attribuer.

En négligeant les débris douteux on peut donner la liste suivante des Poissons de la formation du Parana.

Elasmobranches :

Odontaspis aff. *contortidens* Ag.
Oxyrhina hastalis Ag.
— sp.
Carcharias (*Prionodon*) *obliquidens* Bravard sp.
Carcharodon megalodon Ag.
Galeocerdo aduncus Ag.
Hemipristis serra Ag.
Cestracion paranensis de Alessandri sp.
Myliobatis americanus Bravard.
Rhinoptera ? sp.
Raja Agassizi Larrazet
Dynobatis paranensis Larrazet
— *rectangularis* Larrazet
= *Trygon thalassia foss.* Jaekel

Téléostomes :

Arius sp.
Hypostoma ? sp.
Débris de Siluridés divers.
Débris de Characinidés, Sparidés et Labridés.
Pièces indéterminées (boucles?, interépineux ?)

La présence d'*Oxyrhina hastalis* et *Carcharodon megalodon*, celle des genres de Siluridés encore actuels, montrent que la formation du Parana doit être rapportée au Tertiaire récent, probablement au Pliocène [1].

Il est probable que tous les animaux qui se trouvent dans cette formation sont contemporains. Dans la région du Parana, s'avançait pendant le Tertiaire supérieur, un golfe marin où venaient se déverser des cours d'eau, lesquels entraînaient des débris de Mammifères terrestres. Suivant Burmeister [2], les Poissons d'eau douce qu'on y trouve sont arrivés probablement morts et en débris ; il remarque en particulier que les plaques de Siluridés sont assez endommagées et ont dû être exposées au frottement produit par le mouvement de l'eau.

1. Les Mammifères terrestres, tels que les Glyptodontes, pourraient même faire supposer un âge pléistocène.
2. H. Burmeister. Description physique de la République Argentine. Paris t. II, 1876, p. 235.

Les tremblements de terre du Bassin de Paris, leurs relations avec les accidents tectoniques

par **Paul Lemoine**[1].

Compris tel que l'entendent les géologues, c'est-à-dire s'étendant depuis les Vosges jusqu'à la Bretagne, depuis les bassins houillers du Nord jusqu'au Massif central, le « Bassin de Paris » passe avec raison pour une région essentiellement calme au point de vue sismique.

On étonnerait même beaucoup de personnes en leur parlant de l'existence de tremblements de terre dans la région parisienne. Ils existent cependant et sont assez nombreux, ainsi qu'en témoignent les listes ci-contre. Aucun d'ailleurs n'a été grave, et aucun n'a affecté la cuvette du Bassin de Paris dans son entier.

La plupart des auteurs qui se sont occupés de la question des tremblements de terre de la région parisienne l'ont traitée au point de vue purement météorologique, cherchant surtout une loi dans leur répartition dans le temps et dans leurs coïncidences avec divers autres phénomènes météorologiques (pression, phases de la lune, etc.).

Les relations avec les phénomènes géologiques, telles qu'elles résultent de l'étude de leur distribution géographique, n'a fait l'objet que d'un très petit nombre de travaux.

Cependant dans son ouvrage capital sur la distribution géographique des tremblements de terre[2], M. de Montessus de Ballore a montré l'intérêt des études de ce genre.

Les faits qu'il a pu établir dans cette colossale revue des séismes à la surface de la terre, la coïncidence des zones sismiques avec certaines zones tectoniques, m'ont amené à me demander si la question ne pouvait pas, dans une région aussi bien connue au point de vue géologique que le Bassin de Paris, être serrée d'un peu plus près qu'il n'avait pu le faire dans un ouvrage d'ensemble.

L'étude que j'ai faite sur place du tremblement de terre de Provence, m'avait d'ailleurs amené à cette conclusion[3] que les

1. Note présentée à la séance du 18 décembre 1911.

2. F. de Montessus de Ballore. Les tremblements de terre. Géographie séismologique. Paris, A. Colin, 1906 ; le Bassin parisien, pp. 63-67 ; voir aussi son mémoire de 1905.

3. Paul Lemoine. Sur les relations tectoniques du tremblement de terre de Provence. *C.R. Ac. Sc.*, CXVIII, 21 juin 1909, p. 1696-1698. — Observations faites sur le tremblement de terre de Provence (11 juin 1909). *Bull. Soc. philom.*, Paris. [X], I, 1909, n° 3, 34 p., 6 fig. et croquis. — Le tremblement de terre de Provence. *Ann. Géogr.*, XIX, janvier 1910, pp. 15-25.

effets des tremblements de terre étaient en relation simple avec la nature et la structure géologique du sol, tout au moins dans la région de l'épicentre.

D'autre part, l'étude d'ensemble que j'ai entreprise de la géologie du Bassin de Paris[1] avait attiré mon attention sur un certain nombre de coïncidences curieuses que je m'étais réservé de revoir. Je donne ici le résultat de mes recherches qui constituent ainsi en quelque sorte, un chapitre complémentaire de ce livre.

Ce travail comprendra plusieurs parties :

I. *La liste méthodique des tremblements de terre connus dans le Bassin de Paris* suivie d'une liste bibliographique (II). Puis une série d'études régionales sur la répartition géographique des tremblements de terre dans le Bassin de Paris et leurs relations avec les phénomènes géologiques. — III. *Nord de la France.* — IV. *Nord-Ouest de la France* (*Haute-Normandie et Manche*). — V. *Bordure du Massif armoricain.* — VI. *Sud-Ouest du Bassin de Paris* (*Touraine, Beauce, etc.*). — VII. *Est de la France.* — Enfin un chapitre sur *Les tremblements de terre à grande extension dans le Bassin de Paris* (VIII) et des *Conclusions.*

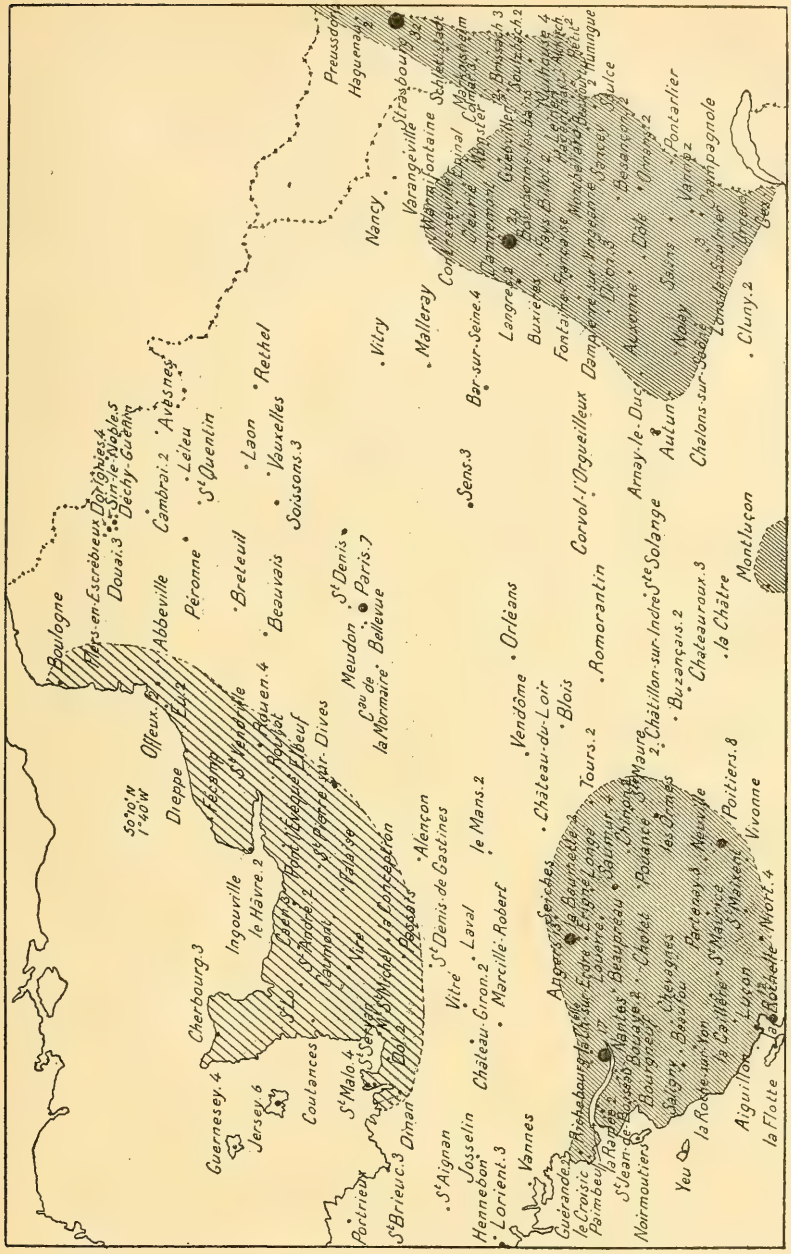
I. — Liste méthodique des tremblements de terre du Bassin de Paris.

Le seul établissement de cette liste nécessiterait une vie entière et encore risquerait-elle d'être fort incomplète. Fort heureusement, les travaux de deux savants m'ont permis de l'établir assez rapidement. Les catalogues de Perrey constituent une source précieuse de documents. D'autre part, les fiches manuscrites patiemment relevées par M. de Montessus de Ballore ont été, au moment de son départ pour le Chili, déposées par lui à la Bibliothèque de la Société de Géographie de Paris pour être mises à la disposition des travailleurs. J'ai pu les y consulter et y puiser quelques données supplémentaires.

Les additions que j'ai pu apporter à ces deux listes sont relativement peu importantes[2]. Aussi, pour ne pas surcharger inutilement ce tableau, je n'ai donné aucun renvoi bibliographique pour les séismes relatés, soit dans les travaux de Perrey, soit dans les fiches de M. de Montessus de Ballore ; ce n'est guère que

1. Paul Lemoine. Géologie du Bassin de Paris. Paris, Hermann, 1911, 408 p., 136 fig., 9 pl. hors texte.

2. Je tiens à exprimer mes meilleurs remerciements à MM. Bourgery, Cottreau, Filliozat, Paul Girardin, Thiot, etc., qui ont bien voulu faire des recherches à mon intention dans divers journaux et travaux locaux et m'en communiquer les résultats.


Boulogne
Hers-en-Escrébieux Douai.3 Sin-le-Noble.5 Decby-Guesnes
Abbeville
Cambrai.2 Avesnes
Péronne
Leieu
St Quentin
Breteuil
Laon
Rethel
Beauvais
Vauxelles
Soissons.3
Meudon St Denis
Paris.7
Eau de la Normaire Bellevue
Vitry
Nancy
Mallerray
Varangeville
Strasbourg
Haguenau
Preussdorf
Bar-sur-Seine.4
Sens.3
Corvol-l'Orgueilleux
Romorantin
Orléans
Vendôme
Blois
Chateau-du-Loir
Tours.2
Le Mans.2
St Denis de Gastines
Alençon
Vitré
Laval
Chateau-Gron.2
Marcillé-Robert
Cherbourg.3
Guernesey.4
Jersey.6
Ingouville
le Hâvre.2
Rouen.4
Dieppe
Offeux
Elbeuf
St Vendrille
Coutances
St Malo.4
Dinan
St Brieuc.3
Pontrieux
St Aignan
Josselin
Hennebon
Lorient.3
Vannes
Guérande
Le Croisic
Paimbeuf
la Rochelle
St Jean-de-Boisseau
Noirmoutiers
Yeu
la Roche-sur-Yon
Aiguillon
la Flotte
Angers.3
Nantes
Saumur
Poitiers.8
Vivonne
Niort.4
Chatellerault
Chateauroux.3
Buzançois.2
Montluçon
la Châtre
Nevers
Cluny.2
Autun
Chalons-sur-Saône
Nolay
Saint
Vannes
Pontarlier
Besançon
Dôle
Dijon
Auxonne
Array-le-Duc
Langres.2
Bar-sur-Aube
Bussy-le-Grand
Fontaine Française
Gray
Vesoul
Lure
Belfort
Mulhouse
Colmar
Sélestat
Saint-Dié
Epinal
Nancy
Mirecourt
Lunéville
Sarrebourg
Sarreguemines
Forbach
Thionville
Longwy
Verdun
Bar-le-Duc
Commercy
Toul
Nancy
Mirecourt
Epinal
Remiremont
Gérardmer
Saint-Dié
Sélestat
Colmar
Mulhouse
Belfort
Vesoul
Gray
Dijon
Dôle
Besançon
Pontarlier
Saint
Vannes
Array-le-Duc
Autun
Chalons-sur-Saône
Cluny.2
Montluçon
la Châtre
Chateauroux.3
Buzançois.2
Nevers
Poitiers.8
Vivonne
Niort.4
Chatellerault
Angers.3
Nantes
Saumur
Tours.2
Le Mans.2
Laval
Vitré
Alençon
Evreux
Elbeuf
Rouen.4
Dieppe
Offeux
Abbeville
Péronne
Cambrai.2
Douai.3
Boulogne
Cherbourg.3
Guernesey.4
Jersey.6
Coutances
St Malo.4
Dinan
St Brieuc.3
Pontrieux
St Aignan
Josselin
Hennebon
Lorient.3
Vannes
Guérande
Le Croisic
Paimbeuf
la Rochelle
St Jean-de-Boisseau
Noirmoutiers
Yeu
la Roche-sur-Yon
Aiguillon
la Flotte
Saint
Vannes
Pontarlier
Besançon
Dôle
Dijon
Auxonne

pour les additions que j'ai indiqué l'auteur qui a signalé l'existence du tremblement de terre. L'énumération de ces travaux additionnels se trouve dans la bibliographie ci-jointe (p. 362).

Des listes de ce genre sont forcément incomplètes au point de vue de la répartition géographique ; car beaucoup de secousses ont naturellement échappé aux personnes qui les ont cataloguées. Le fait est très regrettable, car les conclusions qu'on peut tirer de ces listes sont basées sur des faits négatifs et sont, par suite, toujours sujettes à revision. Cependant pour beaucoup, grâce aux patientes recherches de Perrey, on peut considérer que l'on approche la vérité de très près.

Il est peut-être regrettable, d'autre part, que dans ces dernières années, on se soit attaché presque exclusivement aux études faites au moyen de séismographes. Si intéressantes qu'elles soient, elles ne peuvent remplacer les recherches sur la distribution géographique. Le savant directeur du Bureau central météorologique, M. Angot, l'a si bien compris, qu'il a organisé un service d'enquête par cartes postales auprès de tous les maires ; mais pour la période qui s'étend entre la mort de Perrey et 1909, on ne possède que des documents très disséminés et incomplets.

J'espère que les savants locaux, en constatant les lacunes de cette note, voudront bien les compléter et fournir ainsi à la Science des documents nouveaux, permettant une interprétation meilleure du phénomène des tremblements de terre.

La distribution géographique des tremblements de terre du Bassin de Paris m'intéressant surtout ici, je les ai réparti en colonnes correspondant à quelques régions arbitrairement choisies, de façon à ce que l'on puisse se rendre compte, d'une part de la succession des séismes dans une même région, d'autre part de la répartition d'une même secousse.

Or, ce qui frappe précisément dans cette liste, ainsi établie, c'est le fait que la plupart des secousses sont extrêmement localisées et qu'il est très rare que le Bassin de Paris soit agité dans son entier. Il faut remarquer, d'autre part, que la localisation même de ces séismes est un grand avantage pour l'étude ; car elle permet de mieux saisir leurs relations possibles avec les accidents du sol.

Mais, dans ces conditions, on est amené à renoncer, au moins au premier abord, à l'étude d'ensemble du Bassin et à faire simplement une série d'études régionales.

En effet, ainsi que M. de Montessus de Ballore[1] l'a fait remar-

1. F. de Montessus de Ballore. La Suisse sismique. *Archives des Sc. phys. et naturelles*, XXVIII, 1892, p. 31, p. 34.

quer, il ne faut tenir compte des séismes à grande aire que par leur centre, et on est amené à ne s'occuper que des secousses de petite étendue et par suite de faible intensité.

Ce n'est qu'ensuite qu'on pourra, en partant des conclusions locales, être amené à des conclusions plus générales.

A cet effet, toutes les données exposées ont été reportées sur des cartes plus ou moins détaillées qui permettent de bien voir dans chaque cas, la répartition, soit d'un phénomène isolé, soit d'un ensemble de phénomènes.

L'intensité de la secousse est difficile à déterminer pour tous les points ; en général, il s'agit de tremblements de terre du type III de l'échelle Rossi-Forel.

L'orientation de la secousse a été indiquée sur les cartes, toutes les fois qu'on possédait cette donnée ; elle ne permet d'ailleurs d'arriver à aucune conclusion ; il paraît y avoir eu souvent plusieurs secousses très rapprochées, à orientation différente ; d'autre part, l'orientation d'une même secousse paraît un peu variable suivant les points. Il faudrait, pour interpréter cette donnée, beaucoup plus de documents que nous n'en possédons.

Localités les plus affectées. — Cependant, avant de passer à cette étude régionale, on peut se demander s'il n'y aurait pas lieu de rechercher tout d'abord quelles sont les localités le plus souvent affectées par les tremblements de terre. On constate que depuis l'année 1800, Paris a ressenti 4 secousses, Poitiers 6, Saumur 6, Dijon 7, Angers 7, Bourbonne-les-Bains 4, Plombières 5, Caen 5, Le Havre 9.

Je reproduis aussi ici à titre de document (fig. 1, p. 343) la carte de séismicité du Nord de la France qu'a donnée M. de Montessus de Ballore.

En réalité cette liste et cette carte n'ont pas un grand intérêt ; car les villes où l'on a signalé le plus de tremblements de terre ne sont pas forcément celles qui sont le plus agitées ; mais celles où les observations ont le plus de chances d'être faites et conservées.

C'est ainsi que pour les époques anciennes, le monastère de Sainte-Colombe près Sens est un point où on connaît beaucoup de tremblements de terre ; au contraire dans le XXe siècle, Paris est la localité sur laquelle on a le plus de renseignements de ce genre.

M. de Montessus de Ballore a d'ailleurs déjà démontré d'une façon générale, l'inconvénient de ces méthodes purement statistiques.

Tableau des tremblements de terre du Bassin de Paris.

Dates	Nord, Ardennes, etc.	Nord-Ouest, Picardie, Normandie.	Bord du Massif armoricain et Poitou.	Touraine, Beauce, etc.	Est de la France.	Divers.
330	Tournai [D.]					
450	Cambrai [V.]					
502	Tournai [D.]					
577				17, IV, Chinon		
582	Soissons		Angers (*)			
584			Angers (*)			
630	Tournai [D.]					
801		Gaule [V.]				
842	24, X, Nord de la Gaule					
843	6 et 7, IX, Nord de la Gaule (Seine-Inférieure, en particulier Saint-Wandrille)					
854	Cambrésis Tournaisis					
890	Rouen [D.]					
898					9, I, Sens (Sainte-Colombe)	
922	Cambrésis					
935					I, Sens (Sainte-Colombe)	
952		Gaule [V.]				
1000	Cambrésis [V.] (*)	29, III, toute l'Europe [V.]				
1001	Amiens [D.] (*)					
1079					16 ou 17, VII, Sens	
1083			21, III, Angers			
1085 ou 1086	Flandre et Angleterre		18, X, Poitou et Limousin ?			
1087	14, VII, Soissons		5, X, Centre de la France.			
1091			2, IX, Angers			
1094						Lorraine
1095	Tournai					
1097				13, X, Centre de la France		
1098				26, IX, Centre de la France 6, X, Centre de la France		

1105				13, IV, Centre de la France		
1106			4, IV, Angers			
1106-1109	Namur, Tournai [D.]					
1114	Saint-Omer [D.]					
1117		V, Normandie (Lecornu)				I, Belgique, Liège [D.]
1118	Lille [D.]					14, VIII, Namur, Hainaut, Flandre, Artois [D.]
1130		Normandie (Lecornu)				
1136		Rouen [D.]				
1142		Rouen				
1154					15, II, Bourgogne, Cluny (*)	
1155			14, IV, Mont Saint-Michel		18, I, Bourgogne et 15, II, Cluny (*)	
1160		Normandie [D.]				
1163			2, VIII, Angers			
1165			20, VI, Angers (*)			
1175			20, VI, Angers (*)			
1189						13, III, Lorraine
1207			26, II, Angers			
1214		20, XII, Normandie				
1215					3, III, Bourgogne	3, III, Limousin
1217	20, XII, N. de la France	Normandie [D.]				
1233					Bourgogne	
1236		Normandie [D.]				
1244					Bourgogne (5000 vict.)	
1295				4, IX, Tours		
1298		30, XI, Reims [D.]				
1315		Normandie et Rouen [P.]				
1316		14, IX, Saint-Denis, Pontoise				
1317	Artois, Flandre [V.]					Namur, Hainaut [V.]
1356		18, X, Paris, Reims, Champagne, Troyes				18, X, Bâle
1466		Soissonnais (bâtiments renversés)				
1522		20, VI, Rouen [D.]	Angers [O' R.]			
1524			IX, Angers			
1528		Amiens [D.]				

Dates	Nord, Ardennes, etc.	Nord-Ouest, Picardie, Normandie.	Bord du Massif armoricain et Poitou.	Touraine, Beauce, etc.	Est de la France.	Divers.
1579				26, I, Tours, Orléans, Chartres, Blois		26, I, Bordeaux [Renou] (= 5, II, en cal. grégorien)
1580	6, IV, Boulogne, Calais, La Fère, Soissons — Laon [V.] Lille, Amiens [D.]	6, IV, Picardie, Rouen, Eu, Beauvais, Paris, Gisors, Rouen, Paris et environs, Château-Thierry (*voir fig. 2, p. 366, fig. 52, p. 408*).				6, IV, Bruxelles, Malines, Cologne, Londres, Douvres, Cté de Kent 1, V, Kent, Pays-Bas, Cologne
1583			5, V, Le Mans			
1588			25, III, Nantes à Saumur et Normandie			
1624		6, IV, Amiens [D.]				
1640	N. de la France [O'R.] (*) IV. Vendresse, Stenay, Jamets, Clermont, Mouzon [V.], Lille, Douai, Orchies [D.]				14, III, Sainte-Menehould, Saint-Dizier, Bar-le-Duc [V.] (*voir fig. 3, p. 366*)	4, IV, Bruxelles, Anvers, Belgique, Pays-Bas, Allemagne (*)
1644	6, IV, Cambrai (*)		S. de Poitiers			4, IV, Mons, Namur, Bruxelles, Anvers, Belgique, Hollande, Metz (*)
1657				15, II, Sainte-Maure et 6 milles alentour		
1660		Côte ouest [O'R.]				
1671	IX, Côtes sud de la Manche et de la mer du Nord, Calais, Dunkerque, Anvers	IX, Le Havre	IX, Saint-Malo			
1678				22, IV, Blois		

1680		XII, Picardie [D.]			13, V, Plombières, Vesoul, Dôle, Nancy, Remiremont (maisons écroulées), Dijon, Tonnerre, Ravières, Sens, Auxerre, Langres, Chaumont, Joinville, Chalon, Reims, Troyes, Mâcon	Genève, Mâcon, Beaujolais, Dauphiné, Lyonnais, Savoie, Provence, Bâle, Neufchâtel, Gotha, Metz, Strasbourg
1682	13, V, Soissons, Laon, Bar-le-Duc	13, V, Paris (léger), Provins, Orléans, Évreux, La Berchère (*voir fig. 35, p. 394*).				
1684			Poitou	Limousin		Lorraine
1689		Amiens [D.]				
1692	18, IX, Damouzy, Château-Porcion, Neuville-lès-Vasigny, Liry [V.], Lille [P] 19, X, Ormouzy [V.] 28, X, La Neuville [V.]	18, IX, Paris (faible), Normandie [V.] Coucy, Aire, Rouen [D.] 18, X, Beauvais [Thiot] s. d., Corcy, Aire, Rouen.				18, IX, Brabant, Bruxelles, Anvers, Spa, Côtes d'Angleterre, Valais, Vaud 18, X, Bruxelles [V.] 28, X, Francfort-s.-le-Mein [V.]
1711		6, X, Caen, Rouen [D.], Paris		Montoire [Renou]		
1719					6, III, Champagne, Lorraine	
1734		5, XI, Le Havre, N.-S.				5, XI, Sussex (E.-W.)
1735					10, VIII, Remiremont	
1749			11, X, Poitou	11, X, Blois		11, X, Luçon
1750	19, II, Calais, Boulogne	s. d. Le Havre [O' R.] 19, II, Normandie, Picardie 19, IV? Montdidier [de B.]	11, X, Cherbourg, Avranches, Bayeux s. d., Angers [O' R.] (*)			19, II, Londres, Bretagne
1751			15, I, Nantes — ? IV, Angers (*)			30, III, Bords de la Loire-Inférieure
1754		28, II et 26, IV, Montdidier [de B.]				

Dates	Nord, Ardennes, etc.	Nord-Ouest, Picardie, Normandie.	Bord du Massif armoricain et Poitou.	Touraine, Beauce, etc.	Est de la France.	Divers.
1755	1, XI, Namur, région de la Marlagne, Ardennes [V.], Vimeu, Étaples, Arras [D.] 26 et 27, XI, Sedan, Rocroi, Mézières, Charleville (*voir fig. 4, p. 366*).	26 et 27, IV, Montdidier [D.] 1, XI, Le Havre [du Bocage], Normandie, Caen, s. d., Rouen [D.] 18, 26 et 27, IV; 7, V, Montdidier [de B.]	1, XI, Bretagne, Poitou	11, XII, Orléans?	13, XII, Montbard, Flavigny, Dijon, Bourg-en-Bresse (*voir fig. 35, p. 394*).	1, XI, Lisbonne, Suisse, Hollande 26 et 27, XI, Liège, etc., Belgique, Hollande, Maëstricht, Cologne (1) 11, XII, Espagne 13, XII, Strasbourg, Franche-Comté, Suisse
1756	18, II, Sedan, Illy, Yvois-Carignan [V.], Châlons-s.-Marne, Reims, Chauny [V.], Laon, Saint-Gobin, La Fère, Saint-Quentin, Aire, Abbeville, Albert 19, II, Chauny, Laon, Saint-Quentin [V.] 20, II, Yvois [V.] 30, IV, Saint-Quentin, Corbie, Amiens, Abbeville, Daours, Heilly, Laon.	18, II, Montdidier, Paris, Versailles, Beauvais, Rouen, Dieppe, Fismes 18, IV, Abbeville, Montdidier, Albert [D.] 26, IV, env. de Montdidier et Breteuil, Paris, Versailles 30, IV, env. de Breteuil et de Montdidier, Paris, Versailles (*voir fig. 14, 15, p. 376*). 15, V, Sains, près Breteuil, Montdidier, Beauvais, Clermont, Ranvilliers 27 et 28, IX, Le Havre et Pont-l'Évêque (*)			8, II, Clairvaux, Moyenvic, Châlons-sur-Marne s. d., Sens [O' R.] (*voir fig. 5, p. 367 et 54, p. 409*). 19, II, Châlons-sur-Marne 30, IV, Châlons-sur-Marne, Vitry-le-François	18, II, Metz, Maëstricht, Belgique, Amsterdam, Hollande, Gotha, Mannheim, Cologne, Aix-la-Chapelle, Angleterre 20, II, Maëstricht, Belgique [V]
1757		s. d., Le Havre et Pont-l'Évêque [O' R.] (*)				
1760	20, I, Vivier-au-Court et Mézières [V.], Lille, Saint-Omer, Hesdin l'Abbaye [D.]	20, I, Paris (faible) et Versailles			s. d., Vezelay	20, I, Aix-la-Chapelle [V], Hollande, Belgique
1762		11, I, Montfort-l'Amaury (2)				

1766	14, II, Abbeville, Saint-Valery.					8, IV, Limoges
1767	22, VI, Sedan, etc.					22, VI, Cologne, Pays-Bas
1769		1, XII, Dieppe, Elbeuf, Rouen, Le Houlme (peu sensible aux environs), Paris, Saint-Cloud, Montmorency (*voir fig. 16, p. 377*).				
1772		23, XII, Le Havre	10, I, Poitiers	8, III, Chinon et Bretignolles		
1773			28, I, Saint-Savin			
1775	4, II, Rethel, Saint-Loup-aux-Bois	30, XII, Corbeil, (NW.-SE.), Le Havre, Caen (SW.-NE.)	7, II, Saint-Savin 30, XII, Segré, Alençon, Saint-Lô, Falaise, Mortagne (*voir fig. 26, p. 384*)			30, XII, Toulouse
1776	28, XI, Calais, Dunkerque, Douvre, Niewport (faible)	s. d., Caen (*) Littry 30, XII, Caen [D.] (*)				28, I, Mannheim
1778			3, XII, Domfront			
1780			2, V, Limousin, Poitou, Aunis, Bretagne	s. d., Bourges (N.-S.) [O' R.]	31, X, Dijon (fort), Bourbonne-les-Bains (fort), (S.-N.), Vaivre et Vesoul (W.-E.) (*voir fig. 38, p. 395*)	
1782		s. d., Fécamp, Paris.				
1783	9, XII, Cambrai				6, VII, rien à Paris, rien à Lyon, Dijon, Langres, Montbard, Autun, Villefranche, etc. (*voir fig. 36, p. 394*)	6, VII, Lausanne, Salins, Bourg, Besançon
1784	Camon [O' R.]				15, X, Dijon, (SE.-NW.), Tournus, Chalon, Autun, Charolles (*voir fig. 37, p. 394*)	15, X, Grenoble, Genève, Valence, Chambéry, Aix, Besançon, Lons-le-Saulnier (SE.-NW.), Bourg
					29, XI, Neufchâteau, Bourlemont? Clefmont (rien à Paris) (*voir fig. 38, p. 395*).	29, XI, Genève, Vaud, Dauphiné, Savoie, Allemagne, Bâle, Strasbourg
					5, XII, Neufchâteau, Ronceux, Noncourt, Bourlemont? (*voir fig. 38, p. 395*)	

1. D'après certains documents, cette secousse se placerait en 1576.
2. O' Reilly y signale une secousse ESE.-WNW. en 1760, ce qui doit être une erreur d'impression.

Dates	Nord, Ardennes, etc.	Nord-Ouest, Picardie, Normandie.	Bord du Massif armoricain et Poitou.	Touraine, Beauce, etc.	Est de la France.	Divers.
1785		3, X, Grande-Sèche* et Vendeurs (S.-et-O.), (peu sensible?)				
1791					17, V, Dijon	
1796			21, I, Littry [Hericard-Ferrand]			
1797		12, XI, Rouen				
1798		14, VII, Rouen	31, I, Parthenay			
1799		14, I, Rouen s. de Paris [O' R]	25, I, Nantes, Angers, La Flèche, Laval, Caen (N.-S.), Jersey (*voir fig. 26, p. 384*) 2, XI, Vivonne		25, I, Auxerre	25, I, Bordeaux, La Rochelle, Rochefort, Machecoul, Rennes, Ile Bou, Vendée (SW.-NE.)
1800 et 1801				Châteauroux		
1802		2, X, Beauvais (E.-W.) 20, XII, Elbeuf	17, I, Caumont, Calvados		27, XI, Autun, Arnay	
1803		28, XII, Paris, Rouen?	28, XII, Nantes, Angers			
1806			23 à 24, I, Poitiers, S.-N.			
1808			s. d., Saumur [O' R.]		2, IV, Mâcon (faible)	2, IV au 5, VIII, Piémont, Savoie, Dauphiné, etc.
1810			31, VIII, Saumur et Vendée		10 et 16, III, Langres (N.-S.), Côte-d'Or, Bourbonne-les-Bains, Is-s.-Tille (*voir fig. 39, p. 396*)	
1813				s. d., La Châtre [O'R.] (*)		
1814			21, I, Alençon 23, I, Le Mans	19, III, La Châtre (*)		
1817			19, XI, Longué (M.-et-L.)			
1821					7, X, Épinal, Remiremont, Plombières (*voir fig. 39, p. 396 et fig. 42, p. 398*)	

1822		s. d., Eu (NW.-SE.) [O'R.] 31, V, Paris (faible) 19, II, Paris (S.-N.)	31, V, Angers, Nantes, Laval (SE.-NW.) [P. Anjou] (*voir fig. 26, p. 384*)	31, V, Tours	19, II, Dijon s. d., Chinève (C.-d'O.) (S.-N.) [O' R.] (*voir fig. 40, p. 397*)	31, V, Cognac, La Roche-sur-Yon, Rennes [P. Anjou] 19, II, Clermont, Lyon, Bourg, Genève, Lausanne, Zurich, Savoie
1827		2, I, Essonne, Corbeil	2, I, Mortagne (cheminées et ustensiles de cuisine renversés), Alençon (1)			
1828	23, II, Avesnes (E.-W.) 23, III, Dunkerque, Le Quesnoy (Nord) et Sauche ? Pays-Bas (*voir fig. 6, p. 368*)		17 et 18, VIII, Poitiers		23, II, Commercy (S.-W.), Longuyon	23, II, Bruxelles, Liège (SE.-NW.), Maëstricht
1829		2, IV, Elbeuf et Rouen [D.], Dieppe 24, VI, Paris 26, VI, Caen VII, Normandie			15, VII, Vitry et l'Aube 7, VIII, Saint-Dié (*voir fig. 39, p. 396*)	7, VIII, Colmar, Belfort, Strasbourg (N.-S.)
1831		19, II, Paris 29, IV, Orléans 31, V, Paris			29, I, Remiremont, Saint-Dié (SW.-NE.), Gérardmer (*voir fig. 41, p. 396*)	
1832			3 à 4, IX, Poitiers			
1833		22, VI, Confréville, Caillot, Angerville, Bayeul, Saint-Maclou, Limpiville et autres communes du canton de Goderville (*voir fig. 17, p. 377*).				
1835		IX, Yvetot, Bourg-Dun, marins à la pêche	13, IV, Angers, Nantes, Parthenay (NW.-SE.) (*voir fig. 26, p. 384*)			
1837			I, Poitiers 11, X, Tilly-la-Campagne, Bourguibus, Sallins (Calvados) (*voir fig. 27, p. 385*).	IV Cher		

1. Probablement pas à la même heure.

Dates	Nord, Ardennes, etc.	Nord-Ouest, Picardie, Normandie.	Bord du Massif armoricain et Poitou.	Touraine, Beauce, etc.	Est de la France.	Divers.
1838	26, X, Avesnes				24, I, Pouilly, Thoisy, Mont-Saint-Jean (*voir fig. 39, p. 396 et fig. 42 p. 398*) 14, II, Dijon	
1840				s. d., Tours, Cauches, I.-et-L.		
1841		5, VII, Chartres, Rambouillet, Orléans, Nogent-sur-Vernisson, Longjumeau (NE.-SW.), Avignon, Chevreuse (NE.-SW.), Orsay (S.-N.), Sèvres (W.-E.), Paris, (NE.-SW.), Meulan (N.-S.), etc. (*fig. 29, p. 388*)	3, IV, Seiches (M.-et-L.)	29, VI à 4, VII, Indre 5, VII, Le Blanc, Langé, Meusnes, Pontlevoy, Caumacre, près Rochemare (N.-S.), Bourges, Vendôme [Renou] (*voir fig. 29, p. 388*).	5, VII, Bligny-sur-Ouche (C.-d'O.). 2, XII, Chalon, Mâcon s. d., Dôle [O' R.]	2, XII, Beaujolais, Lyon, Savoie, etc.
1842		24, VI, Normandie [Lecornu]	6, VII, Dinan, Calvados (E.-W.)			
1843	8, IV, Olizy, M., Malandry, La Ferté [V.]	24, XII, Troubles au puits de Grenelle	22, XII, Cherbourg, Jersey, Guernesey		28, III, Lunéville (une maison effondrée) s. d., Giromagny [O' R.]	6, IV, Liège, Bruxelles 8, IV, Genève
1844		24, VI, Normandie [Lecornu]	3 et 4, VI, Poitiers			
1845		s. d., Dieppe, Yvetot (E.-W.) [O' R.]* 25, VII, Villeville, Baons-le-Comte (E.-W.), plus forte dans les vallées, jusqu'à Bacqueville et Maromne (vaisselles et meubles renversés) (*) (*voir fig. 18, p. 377*) 24, IX, Le Havre		8, VII, Romorantin		14, III, La Rochelle

1846	29, VIII, Rocroi [V.] (*voir fig. 7, p. 368*)	5, II, Rouen (éboulement)		14, XI, Les Ormes (V.)	17, VIII, Chalon-s-S., Mâcon, Beauj. (4 km. de Gray), Dijon (faible) (*voir fig. 41, p. 397*)	17, VIII, Lausanne, Yverson, Jura, Lons-le-Saulnier 29, VIII, Alsace, Belgique, Prusse rhénane — s. d., Bitche [O' R.]
1847		10, VII, Fécamp (N.-S.); V. de la Maromme, Bondeville, Graville, Gerville, Goderville, Ingouville (W.-E.), Harfleur, Montivilliers, Orcher, Honfleur (W.-E.), Caen. s. d., Courseulles, Le Hâvre, Orbec [O' R.] (*voir fig. 19, p. 378*)		9, X, Châteauroux		
1848		s. d., Oissel (SW.-NE.) [O' R.] 30, XII, Graville, Ingouville (NW.-SE.), Criquetot-Lesneval = Turclot (*voir fig. 19, p. 378*)	13, XI, Mayenne, Oisreau (SW.-NE.), Ceancé, Orne			
1849		s. d., Harfleur [O' R.] s. d., Oissel [O' R.]	12, XI, Caen, Bretteville-sur-Odon, Carpigny, Saint-Cautest (*voir fig. 27, p. 385*)			
1850			3, XII, Saumur (*)		6, VI, Dijon, Auxerre, Auxonne, Chalon-s.-S., Tonnerre 4, IX, Fays-Billot, Plombière, Bussières (*voir fig. 42, p. 398*)	
1851	s. d., Aisne [O' R.]		3, XII, Saumur (*)	s. d., Le Blanc [O' R.] (probabl. erreur pour 1841)	12, VII, Remiremont (fort renversement), Épinal, Saint-Bresion?, Luxeuil, V. de la Brenne, Châtel-Courcieux, Plombières (WNW.-ESE.) (*voir fig. 42, p. 398*).	

Dates	Nord, Ardennes, etc.	Nord-Ouest, Picardie, Normandie.	Bord du massif armoricain et Poitou.	Touraine, Beauce, etc.	Est de la France.	Divers.
1852		s. d., Grignon [O' R.] 6, VI, Paris	14, XII, Laval			
1853		1, IV, Lisieux, Le Havre, Sèvres [Salvétat] (*voir fig. 24, p. 382*)	1, IV, Granville (fort) Coutances (fort), Avranches, Saint-Lô, Cherbourg, Laval, Nantes, Alençon s. d., Falaise [O' R.] 8, IX, Coutances		23, III, Dompierre-sur Vingeanne	1, IV, Plymouth, Southampton, Portsmouth, Brighton, Dorset, Hampshire, Weymouth, Jersey, Guernesey, Saint-Malo, Rennes, Saint-Brieux, Vire, Vitré
1854				20, VII, Château-Larcher, Vienne [Bertrand] s. d., Montmarault et Chantelles, All. [O' R.](1)		20, VII, Pyrénées, Midi
1855		19, VIII, Le Havre, Ingouville (S.-N.), Saint-Adresse (S.-N.) — s. d. Paris [O' R.]		13, III, Fontaine-Française 13, IX, Tauxigny, Dolus, Cormery, I.-et-L. (*voir fig. 30, p. 389*). s. d., Montrichard, L.-et-Ch. [O' R.]	25, VII, Bourbonne-les-Bains, Gy, Montbard (E.-W.), Montfaucon d'Ardennes (*) s. d., Auxonne, Langres, Troyes, Blanzy, Creusot, Beaune, Charolles, Autun, Chalon-s.-S. [O' R.](*) (*voir fig. 43, p. 399*)	25, VII, Wasserling, H.-Rhin, Allevard, Suisse, Metz (faible), Lyon (faible)
1857	24, I, Cambrai (Nord), Lendain, Remilly, Wambaix (mur écroulé), Crèvecœur (S.-W. Cambrai), Serainvilliers (*voir fig. 10, p. 371*).	23, VI, Paris		16, VI, (vers 2 h.) La Châtre (NE.-SW.), Nohant, Boug(2) (Cher), Châteauroux, Aignay-le-Château, Montluçon, Pontgibaud (N.-S.) (*voir fig. 31, p. 389*)	s. d., Dompierre-les-Bois, Doubs [O' R.]	16, VI (vers 11 h.), Pontgibaud (3 sec)., Chantelles (*), Bellenaves, Clermont [Lecoq], Vichy (N.-S.)

1858	5, VI, Boulogne-sur-Mer, Morgatte, Le Havre, Calais, Ramgatte, Mer du Nord, vagues venant de l'Atlantique 1, II (8 h.), Le Havre; (9 h.) Folkestone, Calais; (12 h.) Cartswich; (17 h.) Wangewood et Helgoland 6, VII, Boulogne (*voir fig. 25, p. 382*)		22, II, Beaupréau, M.-et-L.		16, X, Remiremont (N.-S.)
1859			14, II, Saumur, Distré, Pouancay, Saint-Florent-le-Vieil, le Petit-Puy, Villebannier (*voir fig. 28, p. 387*)		6, IV, Plombières (W.-E.)
1860			9, IX, Cherbourg (N.-S.)		s. d., Bourbonne-les Bains [O'R.]
1861		Eau du puits de Passy troublée	5 et 7, II, Saint-André, près Bayeux, Ballenoy, Villers-Bocage (*voir fig. 27, p. 385*)		26, III, puis 2, IV à 26, V, Bourbonne-les-Bains et environs (*voir fig. 44, p. 400 et fig. 45 p. 401*)
1862		Eau du puits de Passy troublée s. d., Saint-Denis [O'R.]			17, IV, Dijon et toute la région (*voir fig. 45, p. 401*) 19, VII, Fays-Billot (Hte-Marne).
1863		s. d., Duclair, Eure [O'R.] (probabl. S.-Inf.).		3, III, Chantelle, Allier	15, VII, Bourbonne-les-Bains 4, X, Routot[3] (*), Lure, Anneville
1864				26, VII, Vendôme et environs [Renou] (*voir fig. 32, p. 390*)	

1. Il s'agit probablement de la secousse de 1857. Il y aurait erreur d'impression dans le mémoire de O' Reilly.
2. Je ne connais pas cette localité ; cette même année O' Reilly signale une secousse NE.-SW. à Bourges.
3. O' Reilly signale s. d., Routot (Eure).

Dates	Nord, Ardennes, etc.	Nord-Ouest, Picardie, Normandie.	Bord du Massif armoricain et Poitou.	Touraine, Beauce, etc.	Est de la France.	Divers.
1866		14, IX, secousse assez générale (*voir fig. 33, 55, p. 391 et 410*)				14, IX, Arcachon (Gironde)
1867	25, I, Douai		s. d., Angers [O'R.]	20, VI, Sainte-Solange, Cher (douteux).		
1868		6, VII, Paris 10, IX, Bellevue, Meudon (*) (lézardes)			5 et 6, I, Bar-sur-Seine 6, VII, Bar-sur-Seine	
1869 1871		s. d., Meudon [O' R.] (*)	s. d., Angers [O' R.]		12, IX, Pouilly (C.-d'O.), Nolay (C.-d'O.), Autun, Mâcon, etc. (*voir fig. 46, p. 402*)	
1873	s. d., Saint-Quentin (N.-S.), Vernaud, Saint-Simon, Vraignes, Chauny, Péronne, Ham [O' R.] (*) (*voir fig. 11, p. 372*)				31, X, Nancy, Varengeville, Saint-Nicolas	
1874	s. d., Laon [O'R.] (*) 16, III, Laon				s. d., Joncy (S.-et-L.) [O' R.]	
1876	29, VIII et 8, IX, Vauxelles, près Vailly, Aisne; Saint-Quentin, La Fère, Péronne (*voir fig. 11, p. 372*)				7, 8, XI, Corvol l'Orgueilleux, Nièvre	
1878	26, VIII, Charleville et dép. des Ardennes (*voir fig. 8, p. 369*) [V.]	28, I, Havre, Caen, Vast, Versailles (E.-W.), Paris, Rouen [D.] (*) s. d., Caudebec, Dieppe Elbeuf, Rivière, Thilon*, Saint-Denis d'Aclou? Saint-Sever, Calvados [O' R.] (*)				28, I, Thionville, Hautes-Pyrénées, Tarbes, Jersey 26, VIII, Aix-la Chapelle, Belgique, Allemagne [V] (*) s. d., Arnsberg, Hanovre, Odenwald, Strasbourg [O' R.] (*)

1879		s. d., Paris [O'R.]		s. d., Chantelle et Montmarault, Allier [O'R].	s. d., Est de la France [O'. R.] 17, IX, Neufchâteau [P.]	
1880		29, V, Saint-Pierre-sur-Dives (Calv.) (*voir fig. 19, p. 378*).	22, III, Poitiers, Jaulnay, Celle-l'Evescault, Chatellerault, Saint-Gervais-les-Trois-Clochers		20, VIII, Dijon	
1881	18, XI, env. de Mézières (*) [V] s. d., Aisne [O' R.] (*) (*voir fig. 9, p. 370*)	s. d., Bréauté, Goderville [O'R.]			s. d., Prissé, près Mâcon [O' R.]	18, XI, Gand, Amiens, Louvain, etc. (*voir fig. 9 p. 370*)
1882		17, II, Offeux, Somme. 17, 18, II, Somme, Tréport (NW.-SE.) 31, XI, Tréport, Ault, Béthencourt, Dargnies (*voir fig. 20, p. 378*).	8, III, Saint-Denis de Gastine, Mayenne [Faucon]		13, IX, Vosges, Remiremont, Plombières, Le Tillot (*voir fig. 48, p. 402*) s. d., Brochon, S.-N., Couchey (S.-N.), Mersanges, (S.-N.), Nuits, Beaune (S.-N.), [O' R.], Dijon, Chambertin [Guillemot] (*voir fig. 47 et 48, p. 402*).	
1883	30, IX, Corons Verts et Dorgnies					
1884	27, I, Crupilly, près Guise	26, VIII, Bayeux [D.]			28, XI, Haute-Marne, (*voir fig. 48, p. 403*)	
1885	17, I, Flers-en-Escubieux 1 et 5, VIII, Dorignies, Flers, Douai (pas dans les mines) 24, VI, Douaines, Dorignies (chutes de tuiles, cheminées endommagées), Flers	1, II, Bayeux [D.] 18, VIII, Les Lilas près Paris, Orléans, Marigny [Renou], pas Beaugency 20, XI, Rouen	s. d., Caen, Landelle		11, XI, Contréxéville (*voir fig. 48, p. 403*).	
1886		1, IX, Manche, au N. du Hâvre (50°10' N. et 1°40' W)	8, VI, Poitiers, Lusignan, Vivonne		s. d., Bussy-le-Grand (C. d'O.) [O' R.]	
1887	12, III, Dechy-Guesnain (tuiles endommagées).		23, X, Neuville			

Dates.	Nord, Ardennes, etc.	Nord-Ouest, Picardie, Normandie.	Bord du massif armoricain et Poitou.	Touraine, Beauce, etc.	Est de la France.	Divers.
1888	27, V, Lille, Sin 12, IX, Sin-le-Noble 18, IX, Sin-le-Noble		3, VII, Angers, Louerre		14, IV, Damrémont, Hte-Marne (objets remués) (*voir fig. 48, p. 402*)	
1889	30, V, La Faloise (Somme) Salouel (Somme)	30, V, Le Havre, Carentan, Bayeux, Lisieux, Caen, Isigny, Paris, Étretat	30, V, Laval, Cherbourg, Rennes, Saint-Malo, Guernesey 11 à 12, VIII, Angers, Poitiers (meubles déplacés, pendules arrêtées)			30, V, Sud de l'Angleterre
1891	19, I, Sin-le-Noble (déplace des meubles) 14, IV, Sin-le-Noble X, Douai		8, I, Pouancay, V. 20 et 21, I, Saint-Malo		17, II, Gerbepol, C. de Fraize, Arnould, Concieux	
1892	25, VII, Sallou, près Lens, Arras 9, XII, Sin, Dechy (malades au lit. Aucune secousse en profondeur). 12, XII, Lens, Vendin-le-Vieil			23 et 24, I, Château-du-Loir, Mayet, Sarcé 26, VIII, Vichy, Parc de Baleine		
1893	6, I, Lens 27, I, Aniche 27, XII, Aniche					
1894	4, IV, Estcaupont, près Lille					
1896	2, IX, Arras, Douai, etc (détails et cartes in D.) 3, XII, Annezin-les-Béthune			23, III, Touraine		2, IX, Belgique [Lancaster] (*voir fig. 12, p. 372*)
1899						

1901	25, XI, Douai			13, XI, Civray, Charroux, (tuiles tombées), Angoulême, Ruffec, Confolens, Limoges, Saint-Yrieix, La Souterraine		
1903				1 au 17, VII, Civray, Savigné (vaisselles brisées)	VIII, Bussang, Saint-Maurice, Tillot	
1908		18, 11, Saint-Just, Ravenel, Le Plessier, Chépoix (faible), Ansauvillers (fort), Gannes, Catillon, Nourand-le-Franc, Mesnil-s.-Bulles, Bulles, Avrecy, Saint-Aubin-d'Erguevy (*voir fig. 21, p. 379*)				12, IX, Sud de Liège
1910		26, IV, Noailles, Joncourt, Porchon, Sainte-Geneviève, Petit Frécourt, Laboissière, moitié seulement du village à Boncourt (Thiot) (*voir fig. 22, p. 379*)				
1911		16, XI, Paris			16, XI, Est de la France (*voir fig. 49, p. 403*)	16, XI, Suisse, Allemagne (épicentre vers le lac de Constance)

Abréviations employées dans ce tableau

[D.] = Douxami.
[O'R.] = O'Reilly.
[V.] = Villette.
(*) indique deux tremblements de terre à date très voisine, probablement identiques, avec une légère erreur de date.
? indique une localité qui n'a pu être identifiée et qu'on ne retrouvera pas sur les cartes ci-jointes.
N. : Nord. — S. : Sud. — E. : Est. — W. : Ouest. — NW. : Nord-Ouest. — NNW. : Nord-Nord-Ouest, etc.

Dans le catalogue de O' Reilly, les localités sont rangées par ordre alphabétique, avec en regard la date, en années, des secousses qu'elles ont subi, sans indication du jour et du mois. Il y a un grand nombre de fautes d'impression dans les noms de localités ; il me paraît qu'il y en a aussi dans les dates. C'est surtout à elles que s'applique le signe (*).

Dans les notes, le chiffre romain indique le mois, le chiffre arabe le quantième du mois ; ainsi 23, VI, signifie le *23 juin*. — De plus, s. d., signifie, *sans date*.

II. — Bibliographie.

Pour compléter cette liste il conviendra de se reporter au mémoire bibliographique de Perrey.

[Arago]. Tremblement de terre de la nuit du dimanche 4 au lundi 5 juillet 1841. *CR. Ac. Sc.*, XIII, 1841, pp. 80-83; voir aussi p. 28, p. 149, p. 232.

Angot (Alfred). Le tremblement de terre du 16 novembre 1911. *CR. Ac. Sc.*, CLIII, 20 nov. 1911, p. 1045-1046.

Barbot (L.). Histoire de la ville de Châlons, 1855, II, p. 39.

Beauville (V. de). Histoire de la ville de Montdidier, Paris, Claye; 2e éd. 1875, t. I, p. 317-318.

Bertrand (curé). Secousses de tremblement de terre du 20 juillet 1854, ressenties à Chateau-Larcher, dans le département de la Vienne. *CR. Ac. Sc.*, XXXIX, 9 oct. 1854, pp. 697-698.

Blouet. Note sur des secousses ressenties en pleine mer les 27 sept. et 9 oct. 1838. *CR. Ac. Sc.*, VIII, 1839, p. 38.

Bocage de Bléville (Du). Tremblement de terre au Hâvre, le 1er nov. 1755. *Jour. Hist.*, janv. 1756.

Bouguer (P.). Tremblement de terre ressenti au Hâvre le 5 nov. 1734. *CR. Ac. Sc.*, an. 1734, p. 17, d'après Perrey. Bibliographie, n° 211.

Bourlot (J.). Lettre sur le tremblement de terre, ressenti à Gy (Hte-Saône), le 17 avril 1862. *Ann. Soc. mét. France*, X, 1862, pp. 115-117.

Cabrol et Tamisier. Relation des tremblements de terre ressentis à Bourbonne-les-Bains (Haute-Marne), du 26 mars au 25 mai 1861. *Ann. Soc. mét. France*, IX, 1861, p. 143; pl. III.

Chevreul. [Tremblement de terre à Avranches]. *CR. Ac. Sc.*, XXXVI, 1853, pp. 699-700; voir aussi Laisné.

Cirodde. (Lettre sur le tremblement de terre du 14 sept. 1866). *Ann. Soc. mét.*, XIV, 1866, p. 146-147.

Cornet (Jules). A propos du récent tremblement de terre de la Belgique et du Nord de la France. *Bull. Soc. belge Géol. Pal. et Hyd.*, X, 1896, PV., pp. 123-132.

— A propos du tremblement de terre de la Belgique et du Nord de la France. *Bull. Soc. belge Géol. Pal. et Hydr.*, X, 1896, p. 125.

Delacharme. [Sur le tremblement ressenti dans le département de Saône-et-Loire] *CR. Ac. Sc.*, LXXIII, 1871, p. 730, 731. Obs. de Resal, Magnien, Lemozy.

Delaissement. Sur les tremblements de terre de Bourbonne en 1861. *Mém. Ac. Imp. Sc., Belles Lettres et Arts de Lyon*, 1869, 22 p., 1 carte.

Delamare. Tremblement de terre ressenti à Landelles (Calvados), le 1er janvier 1885. *CR. Ac. Sc.*, C, 1885, p. 399.

Delisle : voir Lecornu.

Denon de Gannes. Sur le tremblement de terre ressenti à Paris le 28 janvier 1878. *CR. Ac. Sc.*, LXXXVI, 1878, p. 367. Obs. de Th. du Moncel.

Douxami (H.). L'observation séismologique à Lille du tremblement de terre du 16 nov. 1911. *CR. Ac. Sc.*, CLIII, 27 nov. 1911, pp. 1100-1101.

— Les tremblements de terre. Essai sur l'état actuel de la séismologie. *Mém. Soc. Sc. Arts et Agriculture*, Lille 1911, 221 pp. (Liste des tremblements de terre du Nord de la France, pp. 166-204).

Duchaussoy. Les tremblements de terre en Picardie. *Congrès des Soc. savantes*, 6 avril 1895 et *Bull. Soc. linn. Nord de la France*, XI, 1893, n° 254-305.

Durand-Fardel. [Sur trois secousses de tremblement de terre ressenties à Vichy dans la matinée du 26 août 1892]. *CR. Ac. Sc.*, CXV, 1892, p. 373.

Egen (P. N. C.). Ueber das Erdbeben in der Rhein und Niederlanden von 23 Februar 1828. *Poggendorfs Annalen*, XIII, 1828, pp. 153-163 et 176-179, pl. III.

Faucon (A.). Sur des secousses de tremblements observés dans le département de la Mayenne. *CR. Ac. Sc.*, XCVI, 1883, p. 869.

Favre (A.). Mémoire sur les tremblement de terre ressentis en 1855. *Biblioth. Univers.* de Genève, 1856, 59 p., 1 carte.

Flammarion. Sur le tremblement de terre du 30 mai. *CR. Ac. Sc.*, 3 juin 1889, pp. 1188-1189. Obs. de de Salis, J. Genre, Noguès.

Fournet (J.). Observations faites à Lyon [sur le tremblement de terre du 25 juillet] *CR. Ac. Sc.*, XLI, 1855, p. 201.

— Notes additionnelles aux recherches sur les tremblements de terre du Bassin du Rhône de M. A. Perrey. *Annales de Lyon*, VIII, p. 347-370.

Guillemot (J.). Observations sur un tremblement de terre ressenti à Couchey (Côte-d'Or). *CR. Ac. Sc.*, XCV, 1882, p. 398.

Héricard-Ferrant. [Extrait des archives de la mine de Littry]. *CR. Ac. Sc.*, XLV, 1857, p. 242.

Laisné (A. M.). (Tremblement de terre à Avranches le 1er avril 1853]. *CR. Acad. Sc.*, XXXVI, 1853, p. 748, 800. Obs. de Lecoq, p. 748. Voir aussi Chevreul p. 699.

Lancaster. Le tremblement de terre du 2 sept. 1896. *Bull. Soc. belge Géol., Pal. et Hydr.*, X, 1896, p. 132 ; ex *Ciel et Terre*, n° 14, 16 sept. 1896.

Laurent (P.). Sur un tremblement de terre ressenti dans les Vosges le 12 juillet 1851. *CR. Ac. Sc.*, XXXIII, 1846, p. 69.

— Tremblement de terre ressenti dans les Vosges le 16 octobre, *CR. Ac. Sc.*, XLVII, 1858, p. 669.

Delisle (L.) et L. Lecornu. *Bull. Soc. linn. Normandie*, 1882-1883, p. 235.

Lecornu. Les tremblements de terre en Normandie. *Bull. Soc. linn. Normandie*, 1888-1889.

Lecoq. Tremblement de terre du 16 juin ressenti à Clermond-Ferrand. *CR. Ac. Sc.*, XLV, 1857, p. 35. Voir Laisné.

Lefebre (E.). Sur le tremblement de terre ressenti à Versailles le 28 janvier 1878. *CR. Ac. Sc.*, LXXXV 1878, p. 368.

Lemozy. Voir Delacharme.

Magnien. Voir Delacharme.

Maret. Mémoire sur le tremblement de terre arrivé le 6 juillet 1783. *Mém. Acad. Dijon*, 1783, 2e partie, pp. 26-52.

Moll. Sur le tremblement de terre du 14 sept. 1866. *CR. Acad. Sc.*, LXIII, 1866, p. 572-573.

Moncel (Th. du) ; voir Denon de Gannes.

Montessus de Ballore (F. de). La France et l'Algérie sismiques. *Annales des Mines* [9], II, 1892, pp. 317-328, pl. IX et X (carte).

— Relations géologiques des régions stables et instables du Nord-Ouest de l'Europe. 2e partie : Centre et Nord de la France, Alle-

magne et Bohème. *Ann. Soc. Sc. Bruxelles*, XXX, 2e partie, 1905, pp. 1-66, pl. I et II (Bassin de Paris, pp. 9-15).

MONTESSUS DE BALLORE (F. DE). Sur l'influence sismique des plissements armoricains dans le Nord-Ouest de la France et dans le Sud de l'Angleterre. *CR. Ac. Sc.*, CXXXXIV, 1902, pp. 786-788.

MUNCK (DE). Les tremblements de terre d'Havré (Hainaut). *Bull. Soc. belge Géol. et Pal. Hydr.*, X, 1887, p. 177-186 et 187-191, pl. VIII.

NOGUÈS ; voir FLAMMARION.

O' REILLY. Alphabetical catalogue of the Earthquakes recorded having occurred in Europe and adjacent countries, arranged to serve as a basis for an Earthquake map of Europe. *Trans. of the royal Irish academy* XXVIII, 1884, (paru 1885), p. 489.

PEIGNOT (Gabriel). Lettre du 21 janvier 1822 sur une secousse de tremblement de terre ressenti à Dijon. *Opuscule*, Paris, Techner, 1863, in-8° d'après PERREY.

PERREY (Al.). Recherches historiques sur les tremblements de terre dont il est fait mention dans les historiens, depuis le commencement du IXe jusqu'à la fin du XVIIIe s. *CR. Ac. Sc.*, XLIII, 1841, pp. 899-903.

— Nouvelles recherches sur les tremblements de terre de 1301 à 1843. *CR. Ac. Sc.*, XVII, 1843, pp. 608-621.

— Notice sur les tremblements de terre ressentis à Angers et dans le département de Maine-et-Loire. *Bull. Soc. ind. Angers et du dép. du Maine-et-Loire*, XVI, 1844, n° 4 et 5, 8 p.

— Sur les tremblements de terre ressentis en France, en Belgique et en Hollande depuis le IVe siècle jusqu'à 1843. *Mém. couronnés par l'Académie de Bruxelles*, XVIII, 1844-1845.

— Bibliographie séismique. Catalogue de livres, mémoires et notes sur les tremblements de terre et les phénomènes volcaniques. *Mém. Ac. Dijon* [2], IV, 1855, pp. 1-112, v. pp. 183-253, XIII, 1865, pp. 33-102.

— Mémoire sur les tremblements de terre ressentis dans le Bassin du Rhône. *Annales de Lyon*, VIII, p. 265-347 avec un appendice par M. J. FOURNET, pp. 347-370.

— Liste des tremblements de terre ressentis pendant les années 1845, etc. *Mém. Acad. Dijon*, (1845-1853), puis *Bull. Acad. Sc. Bruxelles* (1854-1855), puis *Mém. couronnés Acad. Bruxelles* (1855-1871) — 1 note par an ; voir les indications bibliographiques détaillées dans *Catalogue of scientific Papers, by Royal Society of London.*

— Sur un léger tremblement de terre senti à Dijon et dans les départements voisins, le 17 avril 1862 vers 8 h. 10 m. *CR. Acad. Sc.*, LIV, 1862, p. 923-926.

RAYET (G.). Sur le tremblement de terre du 14 septembre 1866. *CR. Acad. Sc.*, LXIII, 1866, p. 504-507 et carte.

RENOU (E.). Note sur le tremblement de terre du 16 juillet 1864. (*Bull. Soc. arch. sc. et litt. du Vendômois*, 1864, p. 229).

— Note sur un tremblement de terre (ressenti à Vendôme le 16 juillet 1864). *CR. Ac. Sc.*, LVII, p. 206-207, 25 juillet 1864.

— (Sur le tremblement de terre du 14 sept. 1866). *Ann. Soc. météor.*, XIV, 1866, pp. 146-147.

— Sur une secousse de tremblement de terre ressentie à Orléans. *CR. Ac. Sc.*, CI, 1885, p. 584.

Resal ; voir Delacharme.
Rocquigny-Adanson (G. de). [Tremblement de terre ressenti à Parc-de-Baleine, Allier, le 26 août 1802]. *CR. Ac. Sc.*, CXV, 1892, p. 427.
Rothé. Le tremblement de terre du 16 nov. *CR. Ac. Sc.*, LCIII, 4 déc. 1911, p. 1192.
Rottée. Météorologie du département de l'Oise depuis l'an 66 après J.-C. jusqu'en 1852.
Salis ; voir Flammarion.
Salvétat. Secousses des tremblements de terre du 1er avril 1853 ressenties à Serres. *CR. Acad. Sc.*, XXXVI, 1853, p. 661-662.
Seure ; voir Flammarion.
Tamisier ; voir Cabrol.
Texier. Tremblement de terre, ouragan et inondation dans les départements du Cher et de la Nièvre. *CR. Acad. Sc.*, LXIII, 1866, p. 650-651.
Thiot (L.). Un tremblement de terre dans l'Oise en 1756. *Mém. Soc. acad. de l'Oise*, XVIII, 3e partie, 1903.
Touchimbert. Sur un tremblement de terre ressenti à Poitiers et dans les environs le 22 mars 1880. *CR. Acad. Sc.*, XC, 1880, p. 831.
Villette (J.). Les tremblements de terre dans les Ardennes et les régions voisines. *Revue d'Ardenne et d'Argonne*, XII, 1905, pp. 33-61.
Virlet d'Aoust. Sur un tremblement de terre partiel de la surface seule du sol dans le département du Nord. *CR. Ac. Sc.*, CI, 6 juillet 1885, p. 189.
— Nouveau tremblement de terre partiel aux environs de Douai (Nord). *CR. Ac. Sc.*, CI, 1885, p. 487.
Volger (G. H. Otto). Untersuchungen über das jungste grosse Erdbeben in Central-Europa. *Petermann's Mitteil.*, 1856, pp. 85-102, pl. vi-vii.

III. — Nord de la France.

On comprend ici sous cette dénomination la région située au Nord de la vallée de la Somme, en en éliminant seulement les bords de la Manche et du Pas-de-Calais qui feront l'objet d'une étude spéciale, mais en y comprenant l'Ardenne[1], la Meuse, etc.

Parmi les secousses très anciennes on peut citer : en l'an 330, Tournai ; 450, Cambrai ; 502, Tournai ; 630, Tournai ; 842, Nord de la Gaule ; 854, Cambrésis, Tournaisis ; 922, Cambrésis ; 1000, Cambrésis ; 1217, Nord de la France[2].

1. Les tremblements de terre du Sud de l'Ardenne sont assez bien connus grâce aux recherches de Villette. Celles-ci ont montré qu'il ne s'agit là presque jamais de séismes exclusivement locaux, et que leurs foyers de production sont situés généralement sur des points assez éloignés des Ardennes.

Plusieurs renseignements sur ceux du Nord de la France sont empruntés au travail de Douxami. J'ai indiqué les séismes qu'il ne mentionne pas, parce que le fait d'avoir échappé à cet excellent géologue, révèle peut-être quelque manque d'authenticité de ces tremblements de terre.

2. Ce tremblement de terre n'est pas cité par Douxami ; peut-être ne s'est-il pas étendu au-delà de la Normandie ?

1580. — Ce grand tremblement de terre d'origine belge affecta aussi cette région ; il eut un contre-coup dans le Bassin de Paris, ce qui lui communiqua un certain caractère de généralité (fig. 2).

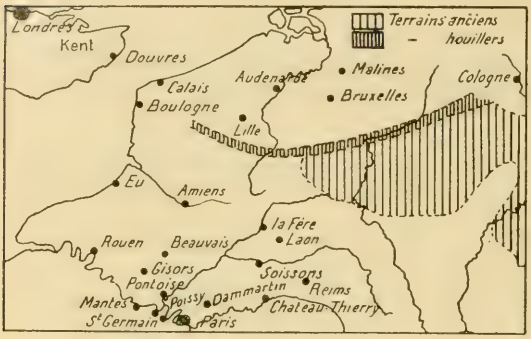


Fig. 2. — Extension du tremblement de terre de 1580, d'origine belge.

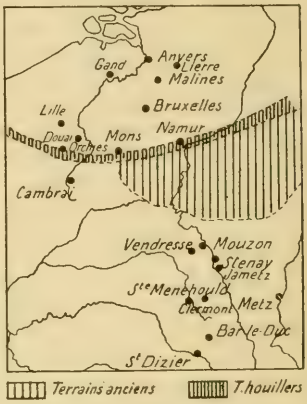


Fig. 3. — Extension du tremblement de terre de 1640.

1640. — On signale en 1640 et 1644, mais à la même date, des tremblements de terre qui sont probablement identiques. Si l'on identifie les deux secousses, leur ensemble devient très comparable au point de vue de la répartition géographique, à la secousse de 1580.

C'est un séisme essentiellement localisé au Nord de la bande houillère, avec quelques phénomènes de résonance dans la région sud, à Cambrai, à Metz et dans les Ardennes (fig. 3).

1692. — Une forte secousse agita toute la Belgique. L'épicentre paraît avoir été dans le Brabant, près de Malines ; le contre-coup de ce tremblement de terre fut ressenti en Normandie et jusqu'à Paris. On le signale même en Suisse. En tous cas une répercussion importante se produisit dans le Sud de l'Ardenne.

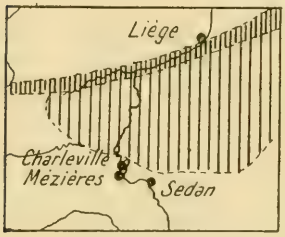


Fig. 4. — Extension du tremblement de terre de 1755, d'origine belge.

1755. — Le séisme du 1er septembre 1755 paraît être un ébranlement dû au formidable tremblement de terre de Lisbonne (Portugal). Il n'a donc pas à nous occuper ici.

Par contre ceux des 26 et 27 septembre paraissent bien d'origine belge et seraient en quelque sorte les précurseurs du grand séisme de 1756 (fig. 4).

1756. — On verra plus loin (p. 375) l'interprétation proposée pour ce tremblement de terre qui affecta une grande partie du Nord de la France. Il paraît bien avoir eu son origine en Belgique, sinon en Hollande, comme le dit Douxami. Il me paraît probable, en effet, que la région de Liége et de Maëstricht, localité où l'on a ressenti jusqu'à 84 répliques, a été l'épicentre principale du tremblement de terre. Celui-ci aurait donc encore comme origine la zone houillère (fig. 5).

1760. — Une autre secousse très analogue se fit sentir ; son origine paraît avoir été à Aix-la-Chapelle, et elle ébranla une partie de la Belgique et le Sud de l'Ardenne. Elle fut ressentie jusqu'à Paris.

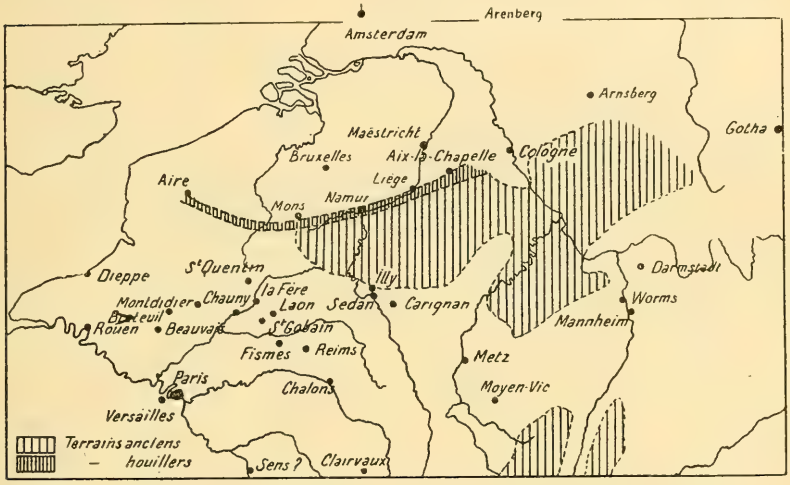


Fig. 5. — Extension du tremblement de terre de 1756, d'origine belge.

1775. — La secousse du 4 février paraît avoir été localisée au bord sud de l'Ardenne. Elle produisit une secousse ondulatoire à Rethel et à Saint-Loup (arrondissement de Vouziers). Elle fut accompagnée d'un ouragan qui masqua le phénomène à Reims, Saint-Dizier et à Troyes où s'il se produisit, il fut très faible.

1783. — Le 9 décembre 1783, on note une secousse à Cambrai.

1828. — Le tremblement de terre du 23 février 1828 a eu une assez grande extension ; celle-ci peut, d'après Van Hoff et Egen être limitée ainsi : au Sud, Longuyon et Commercy ; au Sud-Ouest et à l'Ouest, Avesnes, le Quesnoy, Dunkerque, Bruges ; au Nord-Ouest, Middelbourg et Flessingue ; au Nord, Dortrecht et Upbergen, près Nimègue, à l'Est, il s'est

étendu au Rhin et même au delà. Tous les lieux situés entre ces limites ont été plus ou moins ébranlés : Mons, Namur, Aix-la-Chapelle, Hainaut, Tongres, Huy, Tirlemont, etc.

L'aire pléistoséiste se trouve limitée à une région ovale, située grossièrement entre Bruxelles, Maëstricht, Namur et Liége.

On comparera utilement ce séisme (fig. 6) aux précédents et on constatera qu'il est, aussi, nettement localisé au Nord de la bande houillère avec quelques contre-coups au Sud de l'Ardenne.

1838. — Le 26 octobre, on signale une secousse à Avesnes.

1843. — (8 avril) Il paraît avoir été également localisé aux confins des Ardennes et de la Meuse, dans les arrondissements de Montmédy et de Sedan et en particulier à Olizy,

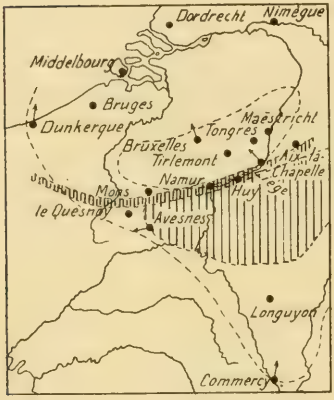


Fig. 6. — Extension du tremblement de terre de 1828.

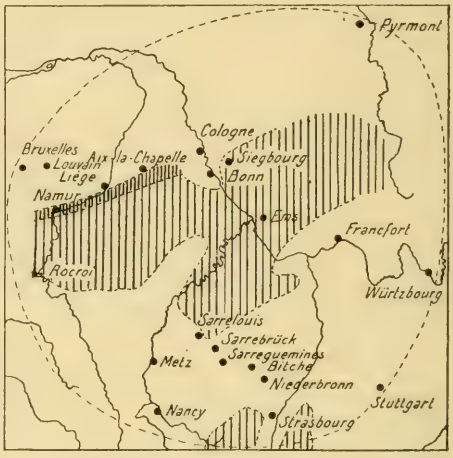


Fig. 7. — Points affectés par le tremblement de terre de 1846 (au Sud de la zone houillère).

Malandry, La Ferté, etc. Villette pense qu'il a peut-être coïncidé avec de légères trépidations à Genève. Il faut noter qu'une secousse violente s'était produite l'avant-veille (6 avril) dans le Brabant septentrional.

1846. — Bien qu'il n'affecte qu'à peine la région considérée, il convient de signaler le tremblement de terre du 29 juillet 1846 parce qu'il paraît un peu différent des précédents en ce sens que son aire de répartition s'est étendue surtout au Sud de la zone houillère, sa région épicentrale paraît d'ailleurs se trouver à Ems ou dans la vallée du Rhin (fig. 7).

1878. — Le tremblement de terre du 26 août 1878 fut ressenti en Belgique. Il aurait eu son centre dans l'Eifel (Douxami). Il est

assez bien connu grâce aux travaux de VILLETTE. J'en marque ici d'après lui les principales localités affectées (fig. 8).

Mais ce qu'il a indiqué d'intéressant, c'est que les vibrations n'ont pas dépassé « une ligne partant de Pierrepont comme point extrême au Sud et passant par Montmédy, Carignan, Douzy, Mouzon, Rancourt, Sedan, Charleville, Belval, Renwez*, Rocroi. Les secousses sont encore très prononcées sur ces points, on ne les a pas signalées au delà... Les journaux de Metz, Briey, Verdun, Bar-le-Duc, sont restés muets à cet égard, ainsi que ceux de Vouziers et Rethel [1] ».

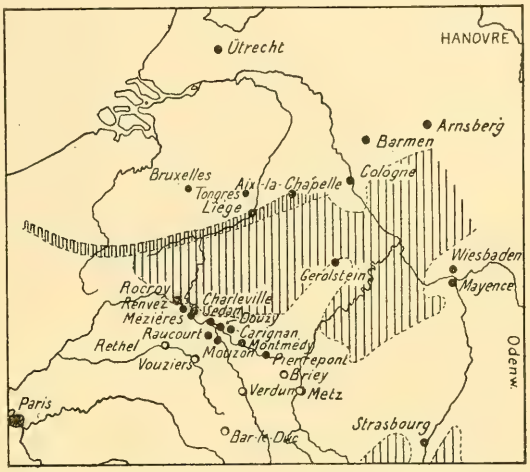


FIG. 8. — AIRE D'EXTENSION ET LIMITE SUD DU TREMBLEMENT DE TERRE DE 1878.

Il est à remarquer que la limite de propagation paraît n'avoir aucun rapport avec la limite des terrains, tels qu'ils apparaissent en affleurement; elle en est même à 45°, c'est-à-dire aussi différente que possible.

1881. — Une secousse du type général des séismes d'origine belge se produisit le 18 novembre 1881 ; mais elle fut beaucoup plus restreinte en France ; car elle n'est signalée qu'à Sedan, Charleville, Levrezy, Monthermé, Rimogne, Rocroi, Maubert, Fontaine (fig. 9). On n'aurait rien ressenti à Rethel et Vouziers ; la secousse est douteuse, en tous cas faible, à Reims.

Je citerai enfin, à titre de comparaison, quelques faits relatifs à des séismes belges.

« En Belgique, l'épicentre de 1877 est allongé suivant la direction générale du bassin houiller qui s'étend du pays de Herve jusqu'à la Westphalie, c'est-à-dire dans le sens SW.-NE. ; il est donc parallèle aux plis et failles longitudinales des terrains carbonifères et dévoniens de cette région. Quant à l'épicentre de 1873,

1. Ce fait est d'autant plus intéressant que ces deux localités avaient été nettement affectées en 1775.

il s'allonge perpendiculairement à la direction générale des terrains primaires et est en rapport avec une faille qui les coupe dans le sens NW.-SE. » (J. Cornet, 1896, p. 128).

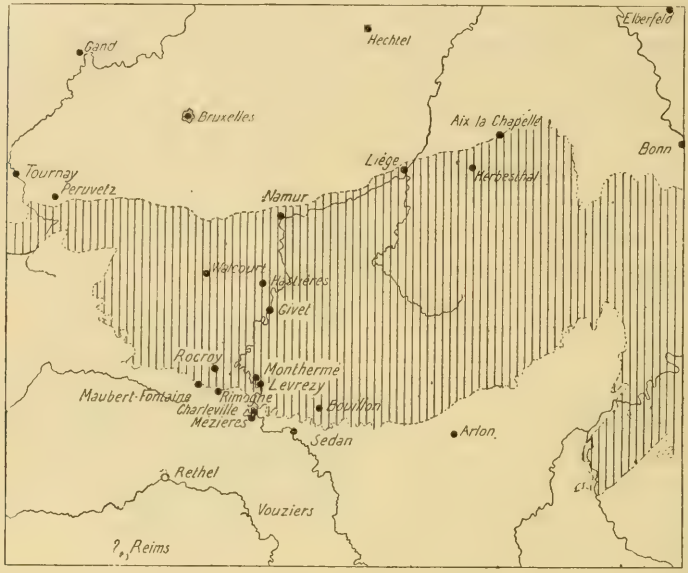


Fig. 9. — Aire d'extension et limite sud du tremblement de terre de 1881, d'origine belge.

Il est curieux de remarquer l'analogie de la répartition géographique des séismes, d'origine belge, ayant affecté la région française. On pourra noter aussi qu'ils sont séparés par des

1580	60 ans
1640	52 ans
1692	63 ans
1755, 1756, 1760	68 ans
1828	50 ans
1878, 1881	

intervalles de temps qui, sans être égaux, sont du moins du même ordre de grandeur, comme si, périodiquement, la région avait besoin de reprendre son équilibre. Nous retrouverons pour d'autres régions la même tendance à la périodicité, quand on compare des séismes de même origine probable.

La plupart des tremblements de terre qui viennent d'être rappelés dans ce chapitre paraissent originaires de la bande houillère plissée qui va d'Aix-la-Chapelle à travers la Belgique, jusqu'au territoire français aux environs de Douai.

Cette bande est sismique dans tout son ensemble et elle constitue une très remarquable région-épicentre.

Mais elle l'est aussi à ses deux extrémités, là où elle subit des décrochements, à Aix-la-Chapelle d'une part, qui sort du cadre régional de cette étude, aux environs de Douai de l'autre.

On sait en effet que cette bande houillère plissée subit à cette hauteur un décrochement accompagnant un changement de direction. C'est ce que Suess a appelé la ligne de *schaarung* des plissements armoricains et varisques. Cette ligne paraît avoir joué un rôle sismique important, tout au moins dans la région du Nord.

1857. — C'est ainsi qu'en 1857, se produisit, au S. de Cambrai[1]. un petit tremblement de terre assez intéressant à cause de sa localisation. (fig. 10).

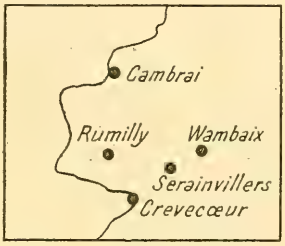


Fig. 10. — Localités atteintes aux environs de Cambrai par le tremblement de terre de 1857.

Nous allons voir (fig. 13) que cette région de Douai et de Cambrai est relativement sismique et que ce fait paraît en relation avec la ligne de rebroussement des plis hercyniens qui passent par ces localités.

En effet, on trouve ensuite dans la bibliographie une série de tremblements de terre qui sont localisés aux environs de Douai (voir le tableau, p. 359). Leur origine est discutable et a été discutée (voir : Montessus de Ballore, p. 71) ; il est possible qu'au lieu d'être de véritables séismes, quelques-uns de ces phénomènes soient dus à des tassements dans les mines[2]. Mais, outre que cette explication n'est pas applicable aux époques anciennes, il est curieux que les séismes se localisent précisément à Douai et à Sin-le-Noble, c'est-à-dire sur l'emplacement du décrochement qui sépare le Bassin Nord du Bassin du Pas-de-Calais et qui correspond à la « ligne de schaarung hercynienne ». De plus, quelques-uns, par exemple ceux indiqués sur la carte, sont trop étendus pour qu'on admette leur origine artificielle. Quoi qu'il en soit, le départ des deux phénomènes est très difficile à faire dans le cas actuel.

1. Douxami n'en parle pas.

2. L'une des principales objections à cette manière de voir réside dans l'asismicité notoire de la région de Saint-Étienne (Loire). La question paraît avoir été résolue en faveur de l'origine tectonique en ce qui concerne les secousses de Havré, Hainaut, voisines du charbonnage de Bois-du-Luc (voir : De Münck).

Il faut en tous cas mettre à part quelques secousses comme celle de Crupilly, près de Guise, le 27 janvier 1884.

Dans le prolongement de cette région du Nord, on peut citer quelques séismes intéressants, celui de 1876 qui a affecté Péronne, Saint-Quentin, La Fère et Vailly (Aisne).

Ce séisme paraît aussi en relation avec le bord de la cuvette de la craie (fig. 11), tracée par G.-F. Dollfus ; mais il est possible que les deux phénomènes soient connexes et que la schaarung des plis hercyniens ait déterminé cet affaissement de la craie.

Parmi ces secousses, il faut accorder une mention toute spé-

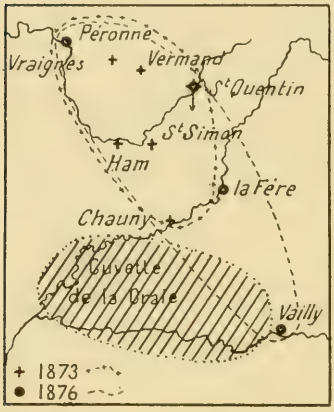


Fig. 11. — Relations possibles des tremblements de terre de 1873 et 1876 avec la cuvette de la craie.

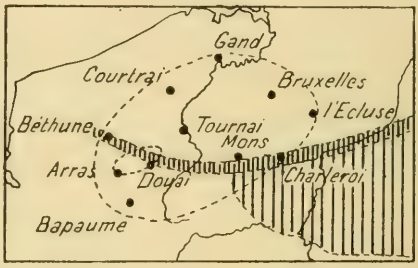


Fig. 12. — Principaux points ébranlés le 2 septembre 1896 (Tremblement de terre transversal à la zone houillère.)

ciale à celle du 2 septembre 1896 (voir Lancaster, Cornet) qui a peut-être eu son origine dans la région Arras-Douai et qui a affecté toute la Belgique (fig. 12).

Ce séisme s'est fait sentir dans une aire polygonale qui aurait comme sommets Bapaume, Béthune, Gand, l'Ecluse, Charleroi, et qui est orientée à très peu près WSW.-ENE. Cornet a fait observer qu'il était assez différent des autres grands séismes belges et qu'il y avait lieu de le considérer comme originaire de la région de Douai ; on pourrait donc être porté à y voir un ébranlement de la ligne de schaarung.

Il convient enfin de mentionner le petit centre sismique du Soissonnais que Montessus de Ballore avait déjà remarqué sans pouvoir lui attribuer de signification géologique déterminée et celui du Laonnais.

Ainsi, tandis que certains séismes sont localisés sur la bande synclinale houillère, d'autres en sont éloignés ; il est très probable, à considérer la carte ci-jointe, que ces divers tremblements de terre sont en relation avec la ligne de schaarung des plissements hercyniens.

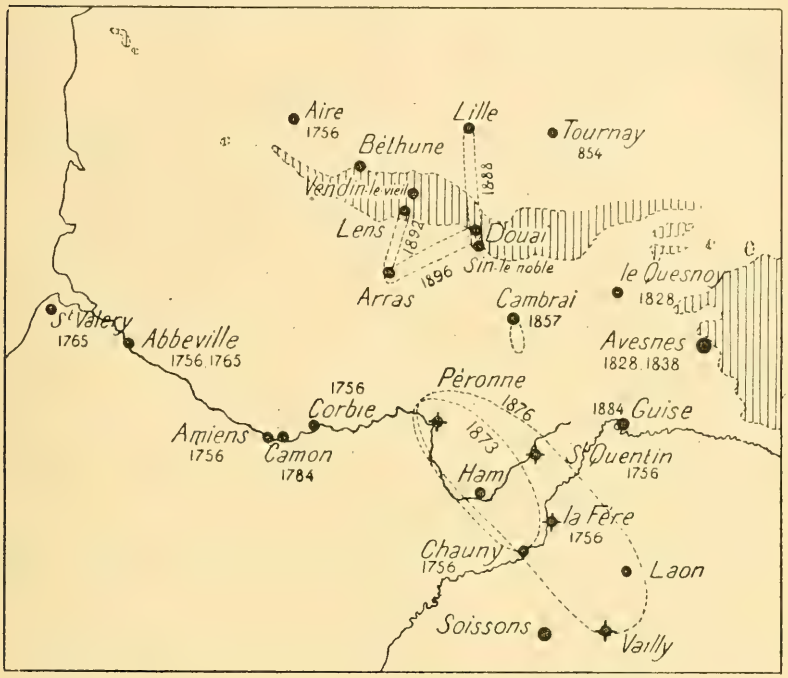


Fig. 13. — Principaux tremblements de terre du Nord de la France.
Sur cette carte on n'a pas indiqué les dates des tremblements de terre de la région de Douai, ni ceux de Cambrai (854, 922, 1000, 1782); Laon (1682*, 1756, 1874) ; Soissons (582, 1087, 1466, 1682*).

IV. — Nord-Ouest de la France.

Il ne semble pas que l'on puisse tirer grande utilité des tremblements de terre antérieurs à 1580 sur lesquels on n'a que des renseignements insuffisants : 842 (24 octobre), tout le Nord de la Gaule ; 843 (6 et 7 sept.), Nord de la Gaule, en particulier Saint-Wandrille, près Rouen ; 1142, Rouen ; 1214 (20 déc.), Normandie ; 1217 (20 déc.), Nord de la France ; 1316 (14 sept.), Saint-Denis, Pontoise.

1580. — Ce séisme (6 avril) a été assez général ; mais les renseignements que l'on possède sur lui pour la région considérée sont trop incomplets pour qu'on puisse en tirer parti (voir fig. 2, p. 366).

Cependant à en juger par l'existence d'une réplique (1er mai 1580) qui paraît n'avoir affecté que le comté de Kent, les Pays-Bas et Cologne, il semble qu'il s'agisse d'un tremblement de terre d'origine septentrionale, analogue à ceux signalés précédemment, tremblement de terre qui a eu une *résonance* en divers points du Bassin de Paris.

1682. — Ressenti à Laon, Soissons, Paris (léger), Orléans, Evreux, il n'est peut-être que le contre-coup d'un séisme important qui ébranla le 2 et le 13 mai tout l'Est de la France, et la Suisse (voir p. 394, fig. 35).

1692. — Cette secousse qu'on a signalée le 18 septembre à Beauvais (Rottée) et Corcy, Aire, Rouen, Paris (?) est très vraisemblablement, comme celle de 1580, due à une résonance du grand tremblement de terre qui affecta ce même jour la Belgique et l'Angleterre (voir p. 366) et qui eut son contre-coup jusqu'en Suisse, dans le Valais et le canton de Vaud.

1755. — (Lisbonne, 1er janvier). Ce séisme fut extrêmement généralisé depuis Lisbonne qu'il détruisit, jusqu'en Suisse. On sait que sur le méridien de Lisbonne, il s'étendit depuis l'intérieur de l'Afrique jusqu'au Groënland.

On l'a signalé dans le Poitou, en Bretagne, en Normandie (Caen, le Havre). Des tremblements de terre de cette sorte ne peuvent pas apprendre grand'chose au point de vue qui nous occupe ici.

1756. — La région de Montdidier fut en 1756 ébranlée par de nombreuses secousses. On pourrait être tenté de les rapprocher de celle du séisme généralisé du 18 février 1756 qui fut effectivement ressenti dans le pays ; mais une étude détaillée du phénomène montre qu'il n'en est rien.

Les données fournies par Thiot et celles qu'il a bien voulu relever à mon intention dans Victor de Beauville méritent d'être exposées ici en détail.

Le 1er mai 1750, des prières furent faites à Montdidier pour obtenir la cessation des tremblements de terre, qui par suite eurent lieu probablement en avril.

On en ressentit encore les 28 janvier et 26 avril 1754 (vitres cassées, vaisselle brisée).

Ces secousses préliminaires qui ne correspondent à aucun tremblement de terre connu en France, Belgique, Hollande (Perrey) sont fort intéressantes, parce qu'elles montrent l'autonomie sismique du petit centre de Montdidier.

D'autres eurent lieu les 18, 26 et 27 avril, 17 mai 1755. Peut-être sont-elles en relation avec celles que Perrey note en avril (sans préciser les dates) à Stepney* (Angleterre), dans le Brabant et en quelques points de la Méditerranée, mais cela me paraît extrêmement douteux.

Puis, le 18 février 1756, on éprouva une légère secousse vers 7 heures et demie du matin. C'est l'heure de la secousse du même jour qui fut très générale en Belgique et dans le Nord de la France (voir fig. 5, p. 367). Une seconde secousse eut lieu à 3 heures du soir (pas connue en Belgique où elles ont été notées avec soin à Maëstricht).

On arrive alors à la période comprise entre le 26 avril et le 30 mai 1756, pendant laquelle eurent lieu dans la région de Montdidier et de Breteuil des secousses assez importantes sur laquelle M. Thiot a récemment fourni des renseignements intéressants. Je les résume ici en les complétant par ceux de Perrey.

Le 26 avril, vers 9 heures du matin, on ressentit une secousse à Bonvillers et à Sains-Morainvillers (le texte original du chanoine Martinval porte le 6 avril, probablement par erreur). De plus, de Beauville signale le même jour à 3 heures et demie du soir une légère secousse à Montdidier et Perrey, vers 3 heures à Breteuil, au Plessis et à Saint-Just.

Le 30 à 9 heures du soir, le tremblement de terre se fit sentir à Paris et à Versailles, ainsi qu'au Plessis* (16 km. de Montdidier). On peut ajouter, d'après les documents publiés par Thiot : Bonvillers, Mesnil, Saint-Firmin, Sains-Morainvillers et de nombreuses communes citées comme ayant participé au pèlerinage à la chapelle de N.-D. de Gannes.

Il résulte des renseignements de M. Thiot que ce séisme a affecté les localités suivantes : Breteuil et son hameau Ebeillaux (cliquetis de vaisselles) ; Mesnil-Saint-Firmin (ébranlé) ; Bonvillers, Quincampoix, Chepoix, Welles, Herelle, Catillon, Plainval, Tortigny. Il faut y ajouter Montdidier (direction N.-S.) d'après de Beauville (voir fig. 14).

L'effroi général relaté, le fait que toute la population paraît l'avoir ressenti, qu'un édifice même aurait été endommagé, indiquent que ce tremblement de terre serait du type IV de Mercalli.

On n'aurait rien ressenti à Grandvillers. Par contre on a noté le séisme à Vitry-le-François et à Châlons-sur-Marne.

Perrey signale aussi des secousses ressenties le 15 mai à Sains, à Beauvais, à Montdidier, à Clermont, à Bonvillers (Barbat). On les a notées aussi à Saint-Quentin, Laon, Corbie, Amiens, Abbeville, Daours, Heilly (Montessus de Ballore), Albert.

Résumé. — Il semble très net que le tremblement de terre assez général du 18 février 1756 s'est propagé dans tout le Nord du Bassin de Paris. Il y a déclanché aux environs de Breteuil

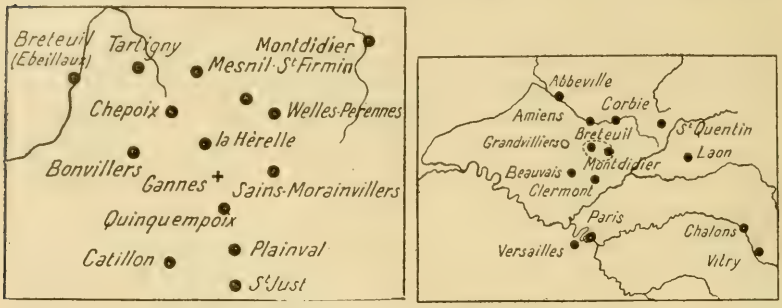


Fig. 14 et 15. — Carte des points affectés par le tremblement de terre de 1756 aux environs de Breteuil et de Montdidier.

et de Montdidier un petit centre sismique, qui avait déjà un peu vibré en 1580 et qui paraît avoir eu un certain nombre de secousses propres quelques jours après. Les plus importantes, comme celles du 30 avril, ont été ressenties un peu au-delà (fig. 15).

Ce petit centre sismique serait localisé aux environs de Breteuil et de Montdidier, c'est-à-dire à l'extrémité ce que G. F. Dollfus a désigné sous le nom d'axe de Gamaches ou de Margny-lès-Compiègne ; cet axe devient très net à Compiègne (axe de Margny-lès-Compiègne). Or, là on n'a rien ressenti ou, du moins, les chroniques ne mentionnent pas de tremblement de terre, ce qui prouverait tout au moins qu'il y a été très faible.

Le séisme serait donc localisé sur le prolongement du pli, c'est-à-dire à ce que l'on peut avec Suess appeler son extrémité libre.

Il aurait eu résonance sur l'extrémité libre du pli de la Seine entre Versailles et Paris. On verra le même phénomène de résonance se produire à propos du séisme de Châtillon-sur-Indre (p. 378, 388).

De même, il est très intéressant de savoir d'une façon précise que rien n'a été ressenti à Grandvilliers.

1769. — Après quelques secousses mal connues[1], il faut noter

1. Je citerai : 1757 (25 oct.), Le Hâvre, Pont-l'Évêque. — 1760 (21 janv.), Paris, Versailles. — 1762 (12 janv.), La Marmaire, à l'Ouest de Montfort-l'Amaury. — 1765 (14 févr.), Abbeville, Saint-Valéry. — 1775, Le Hâvre (séisme du bord du massif armoricain). *Voir aussi :* 1782, Fécamp. — 1784, Camon, d'après O' Reilly. — 1785, Seine-et-Oise (pas sismique). — 1797 (12 nov.), Rouen. — 1799 (14 juill.), Rouen. — 1802 (20 déc.) ,Elbeuf. — 1803 (20 déc.), Paris, Rouen probablement en relation avec Nantes, Angers. — 1827 (2 janv.), Essonne, Corbeil (S.-et-O.). — 1829 Dieppe (2 avril), Paris (24 juin), Caen (26 juin), Normandie (juill.). — 1831, Paris (19 févr. et 31 mai).

le séisme de 1769 signalé dans plusieurs localités (fig. 16) qui paraissent s'échelonner sur la faille de la Seine surtout à ses deux extrémités, à Paris et à Rouen. Il est à noter que la secousse notable à Rouen fut peu sensible aux environs. A Dieppe, il s'agissait probablement d'une résonance sur l'extrémité libre de l'axe de Bray.

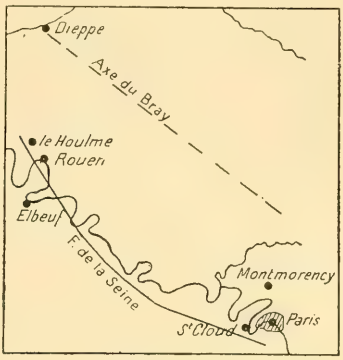


Fig. 16. — Localités affectées par le tremblement de terre de 1769.

Après ce séisme, il n'y a plus guère de tremblements de terre importants et intéressant la région jusqu'en 1829.

1833. — Ce petit séisme paraît avoir été assez localisé aux environs de Goderville ; en portant sur la carte les localités affectées, on voit qu'elles se trouvent de part et d'autre de la faille de Fécamp ; on peut donc penser que c'est celle-ci qui a joué et déterminé le tremblement de terre.

Le fait est d'autant plus intéressant que ce même accident aurait joué en 1782 à Fécamp et en 1881 à Goderville et à Breauté (fig. 23). L'activité sismique se déplaçant du Nord vers le Sud, les secousses se trouvent par une coïncidence curieuse séparées par des laps de temps sensiblement égaux (51 ans, 52 ans).

De Lapparent avait déjà signalé (Traité de Géologie, p. 561) que « si, dans une région donnée, une série de tremblements de terre se succèdent, le foyer des secousses se déplace progressivement en avant, suivant leur ligne de dislocation ».

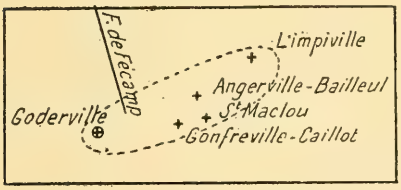


Fig. 17. — Localités affectées par la secousse de 1833 a Goderville, au Sud de Fécamp sur la faille de ce nom.

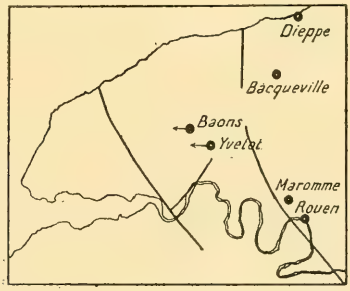


Fig. 18. — Localités affectées par le tremblement de terre de 1845.

On note ensuite un petit séisme éprouvé en 1835 à Yvetot et à Bourg-Dun par des marins à la pêche.

Un autre en 1841 est localisé aux environs de Paris. Il paraît être dû à la résonance sur l'extrémité de l'anticlinal de Meudon du tremblement de terre dont l'origine serait à Châtillon-sur-Indre (voir fig. 29, p.388).

1845. — Ce tremblement de terre, a affecté une portion de la Seine-Inférieure entre Yvetot, Bacqueville et Maromne, paraissant se répartir de part et d'autre du prolongement de la faille de Rouen (fig.18).

On sait que cet accident qui atteint son maximum à Rouen devient beaucoup moins important au Nord et qu'on n'en retrouve plus que des traces très peu nettes sur les côtes de la Manche. Il s'agit donc là encore d'un séisme affectant l'extrémité libre d'un des plis importants du bassin de Paris.

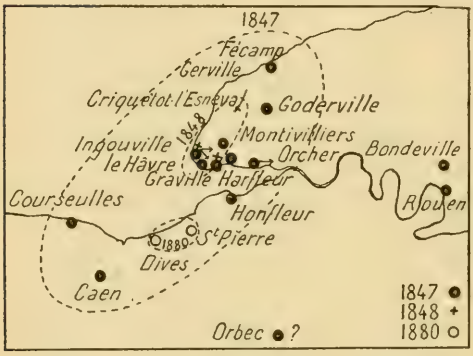


Fig. 19. — Localités affectées par les tremblements de terre de 1847, 1848 et 1880.

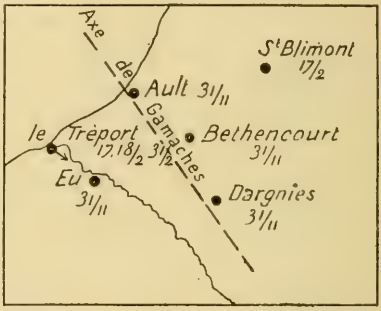


Fig. 20. — Relation avec l'axe de Gamaches des localités affectées par le séisme de 1882.

1847. — Ce tremblement de terre paraît avoir affecté toute la région entre Caen et Fécamp et avoir été assez général (fig.19).

Un peu plus tard, en 1848, une nouvelle secousse ébranle un périmètre beaucoup plus restreint, ce qui semble indiquer que l'épicentre de ce séisme était bien au Hâvre où d'ailleurs de nombreuses secousses secondaires se produisent.

J'ai ajouté sur la carte ci-jointe (fig. 19) l'indication du petit séisme de Dives en 1880 pour montrer la sismicité de cette région de l'embouchure de la Seine que démontre d'ailleurs le simple aspect des chiffres marqués pour le Hâvre sur la carte générale (fig. 23).

On signale ensuite quelques séismes aux environs du Hâvre et à Paris : 1852, Paris (6 juin) ; 1855, Le Hâvre, Ingouville, Sainte-Adresse (19 août); 1857, Paris (23 juin.)

En 1868, des secousses se font sentir à Paris (6 juill.), à Bellevue et à Meudon (10 sept.), déterminant même quelques lézardes.

Il faut signaler aussi une série de secousses, en 1878 (28 janv.), ressenties à Paris, Versailles, Le Hâvre, Caen, Vast, Caudebec et probablement ailleurs ; mais elles n'ont pas d'intérêt au point de vue qui nous occupe parce qu'elles paraissent n'être que le contre-coup d'un séisme assez général, noté le même jour en des points aussi éloignés que Thionville, Jersey, les Hautes-Pyrénées.

Une secousse est signalée en 1881 à Bréauté, c'est-à-dire précisément sur la faille de Fécamp qui s'était déjà montré sismique en 1782 et 1833 (voir p. 377).

1882. — Ces deux petits séismes (17 et 18 févr., puis 31 nov.) et leur réplique de 1884 (21 nov.) ont affecté la région d'Eu. On remarque la coïncidence avec le tracé que G. F. Dollfus a donné de l'axe de Gamaches (fig. 20).

On a signalé aussi quelques secousses : 1885, Rouen (20 nov.),

Fig. 21. — Localités affectées par le tremblement de terre de 1908.

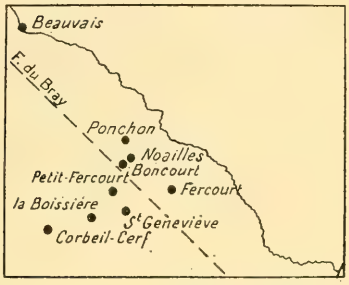


Fig. 22. — Localités affectées par le tremblement de terre de 1910.

Les Lilas, près Paris, Orléans (16 août) ; 1886, Manche, point 5°10′ N. et 1°40′ W.

On remarquera, par une coïncidence curieuse, que ce point se trouve presque exactement sur le prolongement de l'axe du Pays de Bray. Là encore, nous constatons la sismicité d'une extrémité libre de pli.

1908. — Ce petit séisme a été ressenti dans un certain nombre de localités situées dans l'Oise et dans la Seine, au Sud de Breteuil (Somme). Les principales données en sont dues à M. Thiot.

On peut comparer son aire de répartition (fig. 21) avec celle du tremblement de terre de 1756. Elle est située sensiblement au

même emplacement, mais avec un léger déplacement (voir fig. 14, p. 376 et fig. 23)

1910 — Ce tremblement de terre aurait été ressenti à Noailles (seulement dans le haut du pays vers Sainte-Geneviève) ; Boncourt (tout le village d'après les uns ; la moitié seulement d'après les autres) ; Ponchon (bâtiment effondré) ; La Boissière (la cloche tinte légèrement) ; etc. (fig. 22).

Il paraît localisé nettement sur un point de l'axe du Bray, au point où celui-ci diminue nettement d'amplitude, c'est-à-dire à ce que l'on peut appeler son extrémité libre.

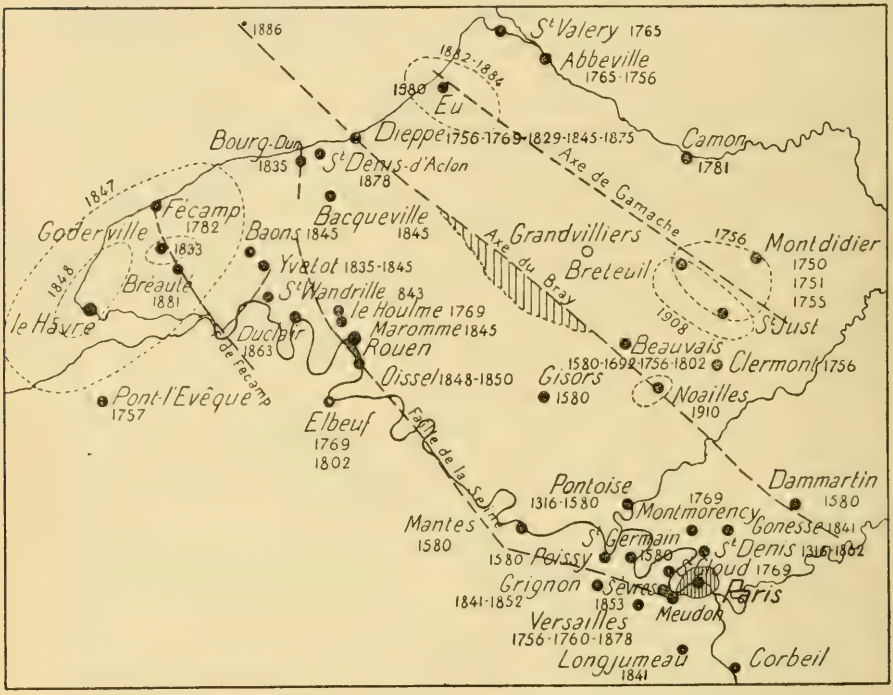


Fig. 23. — Principaux séismes du Nord-Ouest de la France :
Pour ne pas surcharger la carte on n'a pas marqué la date des secousses ressenties à Paris : 1356, 1580, 1682, 1692, 1711, 1756, 1760, 1769, 1782, 1799, 1803, 1822, 1829, 1831, 1841, 1852, 1855, 1857, 1868, 1878, 1885. Rouen : 1142, 1580, 1692, 1756, 1769, 1797, 1799, 1803, 1885. Le Havre : 1671, 1734, 1750, 1755, 1757, 1772, 1775, 1847, 1848, 1853, 1855, 1878.

Conclusions. Les diverses considérations qui viennent d'être exposées et qui sont résumées sur la carte montrent que, par une coïncidence curieuse, toutes les fois que l'on peut étudier d'un peu près la répartition géographique de ces séismes peu impor-

tants, qui ont affecté le Nord-Ouest du Bassin de Paris, on les voit localisés, non pas sur les axes tectoniques eux-mêmes, mais sur les prolongements de ces axes, dans les régions où ils deviennent moins nets et tendent à s'effacer (fig. 23).

Il est très rare qu'un axe tectonique entier joue dans son ensemble ; il paraît même rare que la partie centrale ait joué. Il semble que dans ces parties centrales, tout l'effort possible de plissement se soit produit et qu'il n'y ait plus de place pour un jeu nouveau, se traduisant par un tremblement de terre.

Au contraire aux extrémités, le pli a une tendance à s'accentuer et c'est là que les efforts de plissement peuvent se produire.

Ainsi l'axe du Bray qui est le plus important des accidents tectoniques du Bassin de Paris paraît complètement asismique. Je ne connais aucun tremblement de terre ni à Gournay, ni à Neufchâtel. Par contre à ses deux extrémités, au-delà de Beauvais, d'une part, à Dieppe et en mer d'autre part, on note un certain nombre de secousses.

Le même fait s'observe pour les prolongements de l'axe de Gamaches et pour ceux de l'axe-faille de Rouen et de la Seine.

Ainsi donc une première conclusion paraît ressortir de l'exposé qui vient d'être fait.

Ce sont les *extrémités libres des plis*, *les parties les plus voisines des aires d'ennoyage* qui sont les plus sismiques.

Il serait intéressant de vérifier si ce n'est là qu'une vue de l'esprit due à des interprétations de statistiques incomplètes ou si c'est une hypothèse exacte au moins partiellement.

Mais une deuxième conclusion me paraît pouvoir résulter de l'examen de ces faits. A maintes reprises, j'ai indiqué que le contre-coup d'une secousse localisée se faisait sentir en des points assez éloignés sans que les points intermédiaires parussent touchés.

Il semble que lorsqu'un tremblement de terre se produit en un point, certaines zones particulièrement sismiques soient prêtes à entrer en vibration par sympathie, de même qu'un violon se met à jouer en même temps qu'un autre violon fort éloigné lorsqu'ils sont accordés ensemble. Il semble, autrement dit, qu'il existe des phénomènes de résonance dans les vibrations sismiques.

Manche. — En dehors des secousses qui ont affecté les régions voisines de la Manche, en dehors de celles qui, suivant la bande houillère, se sont propagées à la fois en Belgique ou en Angleterre, quelques-unes paraissent *localisées à la Manche* et avoir leur épicentre dans cette mer, qui occupe une zone d'ennoyage des plis.

1671. — Ce tremblement de terre aurait affecté en septembre les côtes de la Manche et de la mer du Nord : on cite Anvers, Calais, St-Malo.

1734. — Il faut noter aussi une secousse au Hâvre en 1734 qui a été ressentie aussi dans le comté de Sussex et qui, par suite, a probablement son origine dans la Manche.

1750. — Le 19 février, se produisit une secousse qui affecta Londres, Calais, Boulogne, la Normandie, la Picardie, la Bretagne, sans plus de renseignements et que l'on peut considérer comme ayant eu aussi son origine dans la Manche.

1853. — Le tremblement de terre du 1er avril est très intéressant parce que sa répartition est bien connue comme celle de tous ceux de cette époque, grâce au soin que prit Perrey de réunir les documents relatifs à eux.

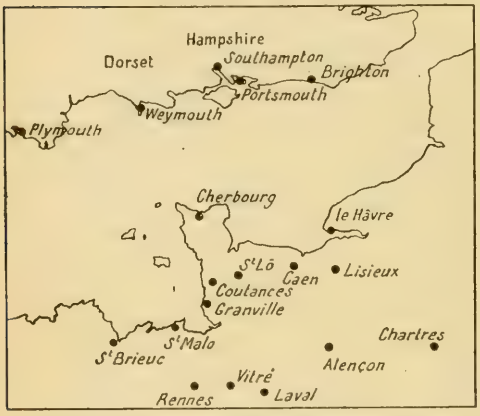


Fig. 24. — Points affectés par la secousse du 1er avril 1853.

Fig. 25. — Marche de la vague sismique de 1858.

Ainsi que le montre la carte (fig. 24) il est réparti à peu près également sur les deux bords de la Manche avec répercussion sur le synclinal de Laval.

1858. — Il est fort bien connu également et, dans toute la Manche du Nord, on a pu noter les heures de passage et par suite la vitesse de translation de l'onde marine d'origine sismique qui se propageait du Hâvre vers la mer du Nord et vers Héligoland (fig. 25).

A cette courte liste, il convient d'ajouter le séisme ressenti en pleine mer le 1er septembre 1886 sur le prolongement de l'axe du Bray (voir fig. 23) et la série de secousses qui ont affecté la région comprise entre Le Hâvre et Caen (voir fig. 19).

V. — Bordure du Massif Armoricain.

La bordure du Massif armoricain, où les terrains paléozoïques s'enfoncent sous la couverture sédimentaire est plus ou moins faillée. De plus le contact de couches de nature et de résistance aussi différente doit *a priori* constituer une zone faible de l'écorce terrestre dans la région considérée.

Effectivement, on y a observé un assez grand nombre de tremblements de terre.

I. — Secousses généralisées.

Les uns paraissent avoir affecté toute la bordure du Massif armoricain. On pourrait citer celui de 1588 et aussi le contre-coup du tremblement de terre de Lisbonne (1er nov. 1755). Celui du 30 décembre 1775 a été ressenti depuis Toulouse jusqu'au Hâvre et particulièrement à Segré, Alençon, Mortagne, Saint-Lô, Falaise, Caen, Le Hâvre ; il a été noté également à Corbeil.

Celui du 25 janvier 1799 s'est étendu depuis Bordeaux jusqu'à Caen ; on le signale en Vendée, à Machecoul, à Nantes, à La Flèche, à Laval. Il fut probablement ressenti à Auxerre.

Celui du 31 mai 1822 est encore plus localisé ; il a affecté Cognac, Angers, Laval, Rennes. On l'aurait ressenti aussi à Tours et à Paris.

Celui du 13 avril 1835 est plus restreint encore à Parthenay, Angers, Nantes[1].

Il semble donc qu'il y ait une loi de décroissance très nette de l'aire de ces séismes (fig. 26), comme s'ils n'étaient que de lointaines répliques du tremblement de terre principal de 1775. Peu à peu, l'aire d'agitation se restreint à la région des environs d'Angers qui, comme nous allons le voir, est une région extrêmement sujette aux secousses.

II. — Région de Caen.

On sait que dans cette région, les travaux de M. Bigot ont mis en évidence l'existence d'une cuvette synclinale, remplie de dépôts houillers et triasiques (voir Paul Lemoine, Bassin de Paris, p. 55, fig. 36). On a observé là depuis 1776 une série de secousses qu'il est intéressant de voir se localiser sur cette dépression.

1. Le séisme de 1889, si bien étudié par Lecornu, ne paraît pas devoir être envisagé ici ; il semble en effet n'avoir été que le contre-coup de secousses d'origines plus lointaines.

Un certain nombre de secousses, d'origine étrangère, doivent être mises à part et sont marquées ci-dessous *en italique*.

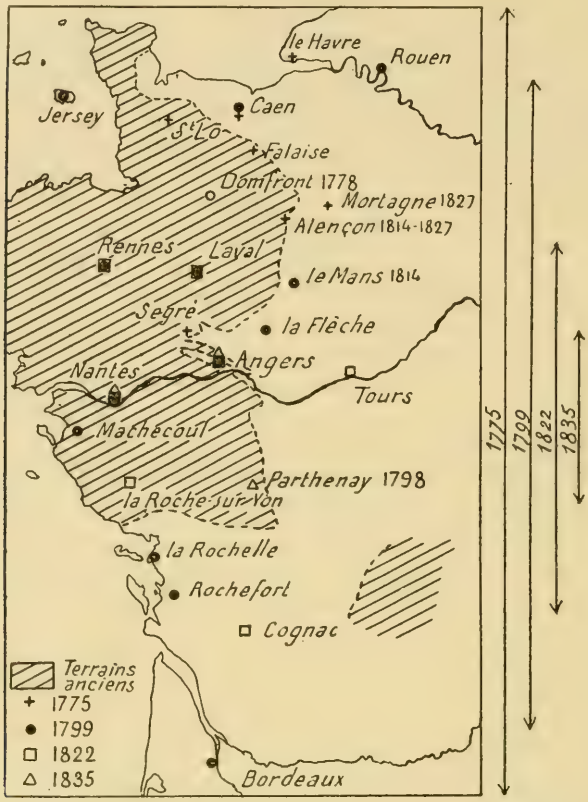


Fig. 26. — Carte des tremblements de terre qui paraissent avoir affecté toute la bordure du massif armoricain avec leur aire d'extension.

1750. Cherbourg, Avranches, Bayeux.

26 ans { 1776. Caen, Littry.
1796. Littry.

27 ans { 1802. Caumont.

8 ans { 1829. Caen.
1837. Tilly-la-Campagne, Bourguibus, Sollins.

12 ans { *1842. Dinan* et le Calvados.
1847. Caen *et la région du Havre, Fécamp* etc. (voir fig. 19).

12 ans { 1849. Caen, Bretteville, Carpignot, Saint-Cautest.
1861. Saint-André, Balleroy, Villers-Bocage.

24 ans { *1878.* Caen et les environs, le Havre, etc.
1880. Saint-Pierre-sur-Dives.
1885. Caen, Landelles.

Sans vouloir chercher une loi de périodicité rigoureuse dans ces phénomènes, il me paraît curieux de faire remarquer que les secousses spéciales à la région sont séparées par des intervalles de temps qui sont soit de même ordre de grandeur (environ 12 ans), soit presque exactement le double (environ 24 ans) comme si périodiquement la région avait besoin de reprendre son équilibre. J'ai cru voir une récurrence du même genre pour les tremblements de terre du Nord de la France et de la Belgique (p. 370), et pour ceux de l'Est de la France (p. 404), mais avec un chiffre différent.

On remarquera aussi que, pour les séismes de 1837, 1849, 1861,

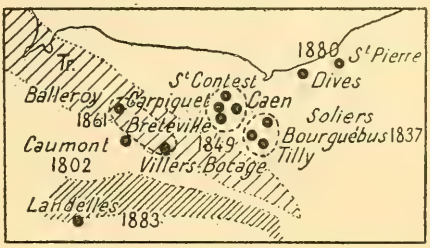


Fig. 27. — Carte de la dépression triasique des environs de Caen avec l'indication des principaux tremblements de terre

il y a eu déplacement progressif de l'Ouest vers l'Est ; tout se serait passé comme s'il s'était agi d'un tassement des couches qui se serait poursuivi régulièrement d'un bord à l'autre de la dépression.

III. Secousses des environs d'Alençon.

La région d'Alençon montre une avancée des terrains paléozoïques, coïncidant avec une série de failles dans les terrains secondaires.

Cette région a subi quelques secousses (fig. 26) locales, [Le Mans, 1583 ; Domfront, 1778 ; Le Mans-Alençon, 1814 ; Alençon-Mortagne, 1827], auxquelles il faut ajouter les secousses générales de 1775 et 1799.

IV. Secousses localisées aux environs d'Angers.

Angers apparaît d'abord comme un point extrêmement sismique. Cela tient surtout à ce que l'on possède un catalogue spécial (Perrey, 1844) des tremblements de terre de l'Anjou ; malgré cela, il est certain que c'est un des points du bord du Bassin de Paris qui tremble le plus. *Saumur* est également un

point critique. *Chinon*, situé sur le prolongement de l'axe tectonique, est aussi un point intéressant.

Soit que ce soit un fait réel, soit que cela tienne à une insuffisance de nos catalogues, il est curieux de noter que la plupart de ces secousses (sauf celles marquées *) sont purement locales et n'ont pas été ressenties ailleurs ; par contre, les secousses notées dans les villes voisines n'ont pas été notées pour Angers et Saumur. Le tableau ci-joint est fort instructif à cet égard.

Toutes les secousses y sont locales à l'exception de celles marquées * qui ont été notées en plusieurs localités et de celles marquées ** qui ont eu un assez grand caractère de généralité.

Angers	Saumur	Chinon	Divers
		577	
582, 584			
1083			
1091			
1106			
1163			
1165			
1175			
1207			
1522			
1524			
	1588**		
1750			
1751			
		1772	
			1775**
1799**			
1803*			
	1808*		
	1810*		
			1817
1822**			
1835**			
			1846
	1850		
	1851		
	1859*		
1867			
1869			
1888*			
1889			

Il semble donc qu'il s'agisse de petits séismes locaux, dus à des mouvements de tassement en certains points de l'un des axes du massif armoricain au moment de son ennoyage dans le Bas-

sin de Paris (Touraine). — Les quelques séismes qui sont connus en plusieurs points sont d'ailleurs très instructifs à cet égard.

Le séisme du 24 février 1859 est particulièrement intéressant parce que les localités affectées (voir ▲, fig. 28) sont placées de part et d'autre de la grande faille de Montreuil-Bellay et de Loudun. Il est à remarquer qu'ils n'ont aucune relation avec le cours de la vallée de la Loire.

Il faut rapprocher de ce séisme la secousse ressentie le 8 janvier 1891 à Pouancey, parce qu'elle paraît également en relation avec la faille de Montreuil-Bellay.

Par contre, le tremblement de terre de 1888 paraît avoir affecté une zone un peu plus septentrionale jalonnée par Angers et

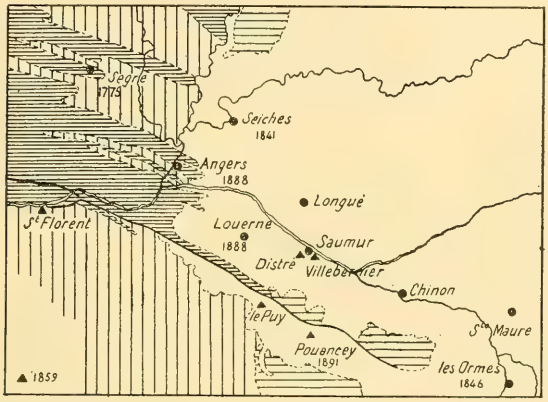


Fig. 28. — Répartition des points sismiques aux environs d'Angers et de Saumur

Louerre. Enfin, il est probable que la secousse ressentie en 1846 aux Ormes, a également la même origine, c'est-à-dire un mouvement du prolongement de l'axe d'Angers, de son extrémité libre (fig. 28).

VI. — Sud-Ouest du Bassin de Paris.

Bien que beaucoup moins sismique que la bordure du Massif armoricain, la région située entre elle et le Morvan a été également affectée par des tremblements de terre.

Il y a d'abord une série de tremblements de terre anciens à Tours et à Blois desquels il y a peu de conclusions à tirer.

On note ensuite des secousses isolées à Châteauroux (1801) et à La Châtre (1814).

1841. — Le tremblement de terre de 1841 est très intéressant au point de vue qui nous occupe (fig. 29). La secousse principale, généralisée, eut lieu le 5 juillet. Mais des secousses préliminaires, assez nombreuses, permettent de localiser le phénomène dans la vallée de l'Indre.

29 juin : Département de l'Indre.

30 juin et 1er juillet : Châtillon-sur-Indre et Buzançais.

Puis dans la nuit du 4 au 5 juillet, vers minuit et demi, le séisme se généralise et tous les points marqués sur la carte ci-jointe (fig. 29), d'autres encore peut-être, en tous cas Marseille et Cette, furent atteints.

Fig. 29. — Points atteints par le tremblement de terre de 1841. On a entouré d'un pointillé les régions affectées par les secousses préliminaires[1] ou par la réplique de l'après-midi.

Ces points se groupent en trois séries : 1° les environs de Châtillon-sur-Indre et de Buzançais ; le cercle des secousses préliminaires s'est ensuite élargi et s'est étendu jusqu'à Pontlevoy, Bourges et Parthenay. 2° La région de Paris (voir p. 378), c'est-à-dire au point de vue géologique, l'extrémité de l'axe de Meudon (faille de la Seine). 3° Un point des environs de Dijon, situé dans une région qui s'est montrée sismique en 1838 et peut-être en 1850 (voir p. 397).

Il semble que ces deux régions sismiques aient vibré par sym-

1. Il faut y ajouter Châteaudun (10 h. du soir), d'après l'*Écho dunois* (Renseignement de M. Bourgery).

pathie au moment d'un ébranlement un peu violent de la région de Châtillon-sur-Indre.

On peut penser aussi que les secousses de Chartres et de Nogent-sur-Vernisson qui sont un peu isolées, sont dues à la vibration de l'axe du Merlerault.

Mais cette même nuit, une secousse supplémentaire eut lieu vers 3 heures du matin, elle n'affecta que Bourges, Langé, Pontlevoy et Quincay* (commune de Meusnes) [sur ce séisme, voir Arago, etc.], et Vendôme [Renou], comme si la seconde zone sismique de cette région ébranlée par le tremblement de terre du matin, avait eu besoin de reprendre à nouveau son équilibre.

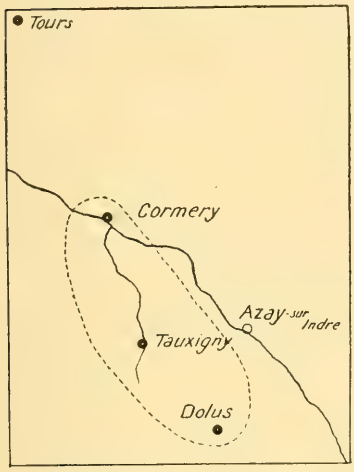


Fig. 30. — Tremblement de terre de 1855 a l'Est d'Azay-sur-Indre.

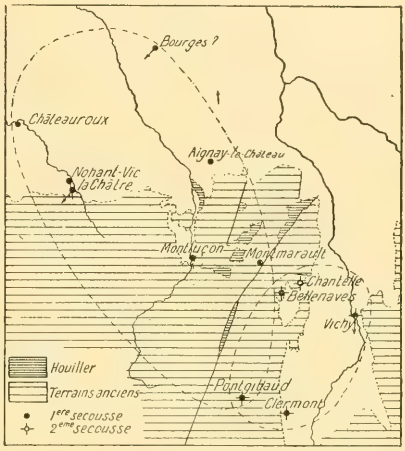


Fig. 31. — Région affectée par les deux secousses de 1857.

1855. — Un autre petit séisme curieux est celui du 13 septembre 1855 qui affecta Tauxigny, Dolus et Cormery, à l'Ouest d'Azay-sur-Indre. Il est intéressant au point de vue géologique parce qu'au lieu de se localiser dans la vallée de l'Indre, il a affecté les localités sises sur les plateaux. Son exemple contribue donc à montrer que la situation de certains séismes dans les vallées est une coïncidence, due à ce que ces vallées sont placées elles-mêmes dans le voisinage d'un accident tectonique.

1857. — Le tremblement de terre de 1857 est intéressant parce qu'il vient prolonger la ligne jalonnée par ceux de 1855 et 1841 (voir fig. 31 et 34).

La secousse de 2 h. du matin a affecté en effet Châteauroux,

La Châtre, Nohant (probablement Nohant-Vicq) Montluçon, Ainay-le-Château, Bourg* (Cher), Pontgibaud.

Une seconde secousse, ressentie à 11 h. du matin est curieuse parce que, avec le même centre probable de Pontgibaud, elle a affecté une région qui paraît au premier abord assez différente, mais qui n'est peut-être que la région épicentrale de la première secousse. On remarquera d'ailleurs combien la région de Chantelles est sismique (1879).

Parmi les autres secousses ayant affecté les territoires plus à l'Ouest, en laissant de côté les secousses localisées à une seule ville qui ne peuvent fournir aucun document, on peut signaler :

1579. — Chartres, Tours, Blois, Orléans. Le centre du périmètre sismique ainsi défini [1] se trouve aux environs de Vendôme, c'est-à-dire dans une région qui s'est montrée particulièrement sismique en 1864. Aussi Renou a-t-il émis à plusieurs reprises l'hypothèse que Vendôme avait ressenti ce séisme.

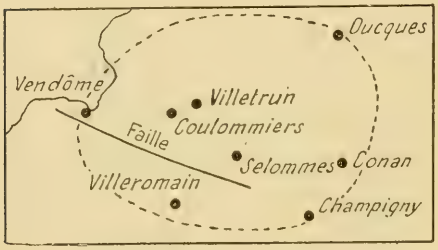


Fig. 32. — Carte des environs sud de Vendôme montrant la répartition du tremblement de terre de 1864 et sa coïncidence avec la ligne de faille.

1864. — Cette année là, les divers points affectés les 16 et 26 juillet sont d'après Renou : Vendôme, Conan, Villeromain, Champigny, Villetrun, Coulommiers, Selomnes, Oucques (plus faible).

Ils se placent nettement le long et au Nord de la faille de Vendôme (fig. 32).

Il est probable que les secousses ressenties à Blois en 1678 et 1749, à Montoire en 1711, puis à Romorantin en 1845, ont comme origine l'ébranlement de la même zone sismique.

1866. — Le tremblement de terre de 1866 qui a affecté tout le Sud du Bassin de Paris parait avoir eu également son origine dans cette région ; car c'est elle qui se trouve au centre de son aire de distribution et qui l'a ressentie le plus vivement (fig. 33).

Enfin il reste à citer les petits séismes des 23 et 24 janvier 1892, localisés aux environs de Château-du-Loir, à Mayet et à

1. La secousse paraît cependant avoir été ressentie à Bordeaux.

Sargé, c'est-à-dire exactement sur le prolongement du Bassin de Laval.

Conclusions. Un coup d'œil, jeté sur la carte (fig. 34) où sont reportées ces diverses données, montre très nettement les relations de la sismicité avec les lignes tectoniques.

En allant du Sud au Nord, on trouve :

1° la région sismique coïncidant avec l'axe tectonique d'Angers et de Montreuil-Bellay. Il est très possible qu'on puisse y distinguer deux zones sismiques parallèles.

2° l'axe passant par Segré et Seiches.

Fig. 33. — Aire de répartition du tremblement de terre de 1866.
Aux localités indiquées, il faut ajouter : 1° Saint-Calais et Conflans (4 km. de Saint-Calais) où la secousse a été ressentie par des personnes couchées et où des verres d'eau ont été ébranlés (renseignement de M. Cottreau) ; 2° Chateaudun (Eure-et-Loir), et tous ses environs, en particulier Courtalain près Cloyes (5 h. 10 m. du matin, S.SW.-N.NE.), d'après l'*Écho dunois* (renseignement de M. Bourgery).

Ces deux régions sismiques représentent la région où les plis armoricains ennoient, dans le Bassin de Paris, leurs extrémités libres.

3° Plus au Nord, se trouve une région plus nettement sismique que marque une ligne de petits épicentres : Tours, Cormery, Chatillon, Châteauroux, La Châtre.

On est tenté de voir là le jalonnement du bord sud du bassin de Laval et de tracer ainsi son raccord avec la région de Montluçon.

On pourrait être porté à voir une coïncidence entre l'existence de cette zone sismique et le cours de l'Indre ; mais je crois que cette coïncidence n'est que fortuite ; en effet, ainsi qu'il a déjà été dit (p. 389), le tremblement de terre de Cormery s'est fait sentir, non pas dans le fond de la vallée, mais sur les plateaux. Il est donc beaucoup plus probable que ces zones sismiques

Fig. 34. — Répartition des secousses sismiques dans le Sud-Ouest du Bassin de Paris.

jalonnent un accident tectonique souterrain. La direction générale serait d'ailleurs bien celle que M. G. F. Dollfus a reconnue dans la région ; mais il n'y aurait coïncidence exacte avec aucun des accidents connus[1].

1. M. G. F. Dollfus a bien voulu me signaler qu'il existe entre Châtillon-sur-Indre et Buzançais une faille importante qu'il a reconnue et qui est insuffisamment tracée sur les cartes à 1/80000 (Note ajoutée pendant l'impression.)

4° Plus au Nord encore, se trouve une ligne qui passe par Vendôme, Blois, Romorantin, Bourges et qui peut être considérée comme le prolongement du bord nord du Bassin de Laval.

Cela est d'ailleurs tout à fait d'accord avec les idées que l'on peut se faire sur la tectonique de cette région[1].

Je crois même que dans cette région où les documents précis nous font défaut, les données d'ordre sismique peuvent fournir une orientation utile aux hypothèses sur le prolongement souterrains des plis paléozoïques.

Poitou.

Je laisserai ici de côté l'étude du Poitou, sur laquelle je ne possède pas de renseignements suffisamment précis au point de vue de la distribution géographique.

VII. — Est de la France.

La région, située entre les Vosges et le Massif Central, souvent désignée autrefois sous le nom de Faucilles, a été fréquemment affectée par de petits tremblements de terre locaux.

Les renseignements anciens relatifs à cette région font à peu près complètement défaut, du moins en ce qui concerne leur distribution géographique. Je rappellerai seulement les faits connus.

1094, Lorraine. 1154 (15 févr.) Bourgogne, Cluny. 1155 (18 janv.), Bourgogne. 1189 (13 mai), Lorraine. 1235, Bourgogne. 1244, Bourgogne (5000 victimes). 1477 (29 juin), Metz.

1682. — On arrive alors au tremblement de terre de 1682 (2 et 13 mai) dont la répartition géographique fut très importante (fig. 35).

On trouve ensuite quelques séismes [1689, Lorraine. 1719 (6 mars) Champagne, Lorraine. 1725 (10 mai), Remiremont], dont les indications trop succinctes sont inutilisables.

1755. — Celui-ci, qui affecta Strasbourg, la Franche-Comté, la Suisse, paraît être une secousse du bord des Alpes dont la répercussion se fit sentir à Dijon, Flavigny, Montbard, Bourg-en-Bresse et probablement ailleurs (fig. 35).

Puis à partir de 1780, nous possédons une série de documents assez précis dont la mise en œuvre permet d'arriver à des conclusions assez intéressantes.

1. Voir le tracé des principaux axes tectoniques surtout d'après les données de G. F. Dollfus, dans Paul Lemoine, Géologie du Bassin de Paris, p. 49, pl. II (Carte tectonique.)

Tout d'abord le 31 octobre 1780, un tremblement de terre assez fort affecta Dijon et Bourbonne-les-Bains ; il fut ressenti également à Vaivres-sur-Vesoul et à Vesoul (fig. 38).

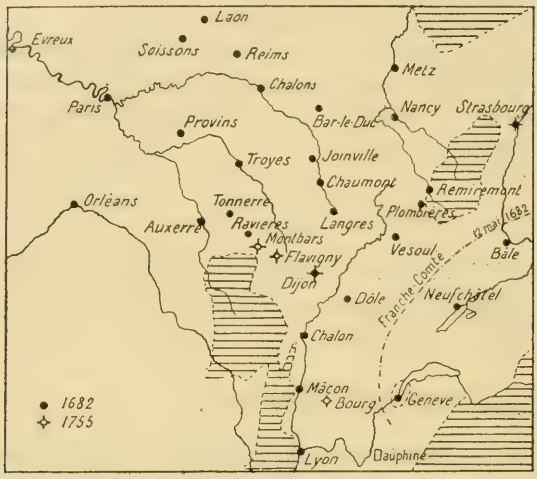


Fig. 35. — Localités affectées par le tremblement de terre de 1682 et 1755.

1783. — La répartition de ce séisme est assez curieuse (fig. 36). Dijon, Saint-Jean-de-Losne, Seurre, Verdun ont été les points

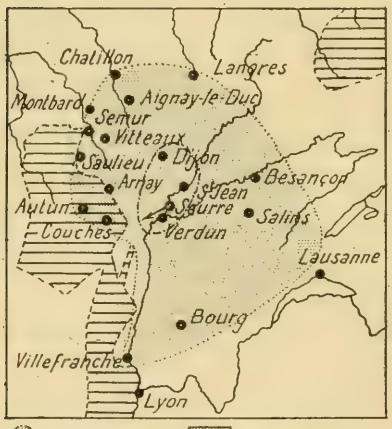


Fig. 36. — Aire de répartition du tremblement de terre dijonnais de 1783.

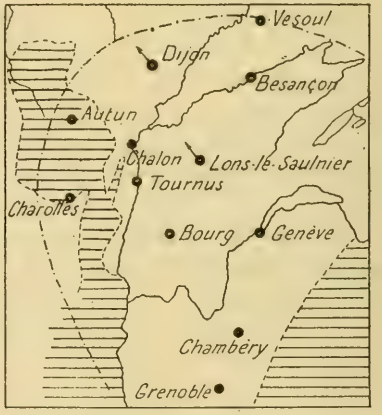


Fig. 37. — Répartition géographique de la secousse du 15 octobre 1784.

les plus affectés vers 9 heures 56 min. « L'ébranlement s'est étendu dans une région qui irait de Langres à Châtillon, Aignay-le-Duc, Montbard, en enveloppant Semur, Vitteaux, Saulieu, Arnay-

le-Duc, Autun, Couches, Villefranche, traversant les Dombes et la Bresse en se portant vers le Rhône et en remontant vers Bezançon. A 10 heures 15 min. du matin, on ressentit deux secousses à Lausanne, et trois à Salins ainsi qu'à Bourg » (Perrey, p. 56). Il faut remarquer que les secousses doivent être les mêmes à 9 h. 56 m. et 10 h. 15 m. en tenant compte de la légère différence d'heure et de la vitesse de propagation du séisme. Il est curieux que, dans ce cas comme dans d'autres, on ne signale aucun point du Jura comme atteint par la secousse.

Il semble donc que ce séisme eut son origine dans la région dijonnaise, qu'il ait été arrêté par le Jura, qu'il ait eu son contre-coup seulement au delà de lui, à Lausanne, et que, d'autre part, il se soit propagé assez loin dans la vallée de la Saône sans cependant atteindre Lyon.

1784. — Cette année-là, se placent trois secousses intéressant la région considérée.

La première (15 octobre) fut assez importante; elle affecta la Savoie et la Suisse et s'étendit jusqu'aux environs de Dijon (fig. 37). Il semble qu'il s'agisse d'une secousse d'origine alpine qui se serait répercutée jusqu'aux environs de Dijon.

Celle du 29 novembre eut une extension différente (fig. 38); le Dauphiné, la Savoie, Genève, le canton de Vaud, Bâle, Strasbourg, la ressentirent; mais dans la région considérée ici, seuls les environs de Neufchâteau la subissent.

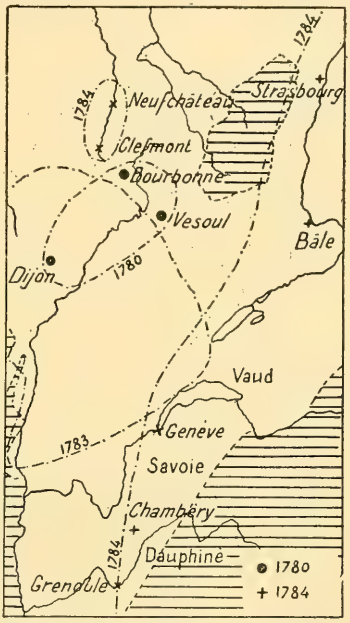


Fig. 38. — Répartition géographique des secousses de 1780 et 1784 (29 nov.)

Une réplique s'y produisit encore le 5 décembre (Neufchâteau, Ronceux, Neucourt) prouvant que cette région possède une certaine sismicité propre (fig. 38); l'on peut penser ainsi que la secousse du 29 novembre y eut simplement une résonance; car il ne semble pas que les Vosges, et en particulier Épinal, aient été affectées.

Il est assez intéressant de comparer cette secousse du 29 novembre (fig. 38) à celle du 15 octobre (fig. 37), par ce que leur comparaison montre que deux tremblements de terre, paraissant avoir même origine, peuvent ébranler deux régions

différentes. Le fait est facile à constater pour les secousses dont Lisbonne fut le théâtre en 1755 et qui ébranlèrent tantôt une région, tantôt l'autre.

Le 17 mai 1791, un tremblement de terre affecta Dijon.

Une petite secousse, le 27 janvier 1802 est localisée à Autun et Arnay-le-Duc.

Une faible secousse subie à Mâcon, le 2 avril 1808 est probablement en relation avec les tremblements de terre qui agitèrent à cette époque le Piémont, la Savoie et le Dauphiné.

Puis les 10 et 16 mars 1810, un séisme se fit sentir à Dijon, Is-sur-Tille, Bourbonne-les-Bains et Langres (fig. 39).

Plus tard, le 7 octobre 1821, on signale un tremblement de terre à Épinal, Remiremont, Plombières (fig. 39).

Fig. 39. — Ébranlements successifs de la région entre Dijon et les Vosges, en 1810, 1821, 1829, 1831, 1838.

Un autre affecte Dijon et Cheneve (Côte-d'Or) le 19 janvier 1822 ; il aurait même été ressenti à Paris ; c'est le retentissement d'une secousse plus générale qui a ébranlé Clermont, Lyon, Bourg, Genève, Lausanne, Zurich, la Savoie (fig. 40).

On en retrouve un, le 15 juillet 1829 qui a affecté Vitry-le-François et l'Aube.

Cette même année, le 7 août 1829, Belfort, Colmar, Saint-Dié, Strasbourg sont ébranlés (fig. 39).

Une autre secousse locale se fait sentir le 29 janvier 1831 à Remiremont, Gérardmer, Saint-Dié.

La région reste calme ensuite jusqu'en 1838 ; on note en

janvier 1838 une secousse (fig. 39) dans l'Ouest de Dijon (Pouilly, Thoisy, Mont-Saint-Jean, Arnay-le-Duc). Une réplique aurait été ressentie le 5 juillet 1841 à Arnay-le-Duc et à Bligny-sur-Ouche ; on peut la considérer (voir p. 388) comme une résonance du tremblement de terre de Châtillon-sur-Indre.

Le 2 décembre 1841, un tremblement de terre agite la Savoie, Lyon et le Beaujolais ; il se fait sentir jusqu'à Châlon et Mâcon.

En 1846, on éprouve sur le bord de la région considérée à Chalon-sur-Saône et à Mâcon le contrecoup d'une secousse qui a affecté le Jura (fig. 41).

1850. — Vers cette année, se place une petite série de trois séismes très intéressants.

Le premier se produit le 6 juin 1850, et affecte Dijon, Tonnerre, Auxerre, Auxonne, Chalon-sur-Saône. Il est curieux de

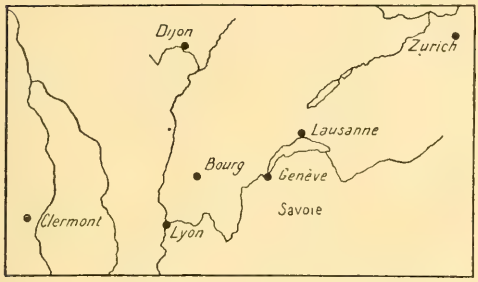


FIG. 40. — RÉPARTITION DU TREMBLEMENT DE TERRE DE 1822.

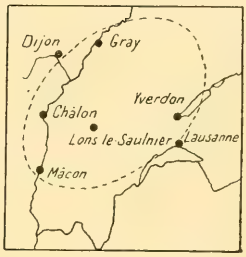


FIG. 41. — TREMBLEMENT DE TERRE DE 1846.

constater que le centre de la région ainsi affectée coïncide approximativement avec la petite aire sismique de 1838 (voir fig. 39 et 42).

Un peu plus tard, le 4 octobre 1850, on observe des secousses à Fays-Billot, Plombières et Bussières (fig. 42).

Le 12 juillet 1851, un tremblement de terre assez fort (renversement d'objets) se manifesta à Remiremont et fut ressenti à Corcieux, Luxeuil et Châtel (fig. 42). D'autres auteurs citent Épinal et Plombières : mais rien, ne fut perçu à Rambervilliers.

Là encore, comme dans le cas des séismes de 1838 et 1850 pour la bordure du Morvan, on peut constater que le centre de la région affectée coïncide d'une façon remarquable (fig. 42) avec l'aire du séisme de 1821.

Là encore comme aux environs de 1810, il semble que l'activité sismique se soit propagée lentement de Dijon vers le Nord-Est en passant par les mêmes points sensibles.

Quelques tremblements de terre isolés ont été observés le 29 mars 1853 à Dampierre-sur-Vingeanne (Côte-d'Or) et le 13 mars 1855 à Fontaine-Française. Il faut noter aussi une secousse le 16 octobre 1858 à Remiremont, et le 6 avril 1859 à Plombières et dans le ruisseau de Cleuria (Vosges). Au milieu de cette période se place la secousse du 25 juillet 1855 qui fut très généralisée et qui avait probablement son origine en Suisse, près de Viège. Une première carte de la région ébranlée avait été donnée par Volger ; plus tard, Favre en a donné une seconde où elle est un peu plus étendue (fig. 43).

On remarquera l'irrégularité et les indentations de cette courbe, d'une part vers Clermont-Ferrand qui est un centre sismique

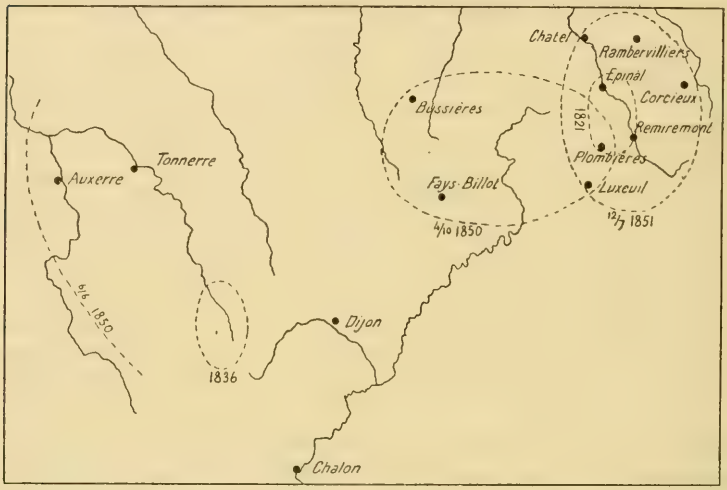


Fig. 42. — Aire de répartition des tremblements de terre de 1850 et 1851. Les aires de répartition des secousses de 1838 (Le dessin porte 1836 par erreur) et 1821 sont indiquées à titre de comparaison.

assez notable, d'autre part vers Dijon, Troyes et Coucy-le-Château ; tout semble se passer comme si des centres sismiques supplémentaires, par exemple celui de Clermont-Ferrand et celui des Faucilles, avaient été mis en branle et que leur effet soit venu s'ajouter à celui du centre initial.

1861. — Le commencement de cette décade est marquée par une série de séismes importants.

Ils se produisirent d'abord dans la région de Bourbonne-les-Bains ; le premier eut lieu le 26 mars 1861 ; une série d'autres se firent sentir du 12 avril au 23 mai 1861 et affectèrent autour de

Bourbonne-les-Bains une région bien connue grâce à la carte qu'en ont donnée Cabrol et Tamisier (reproduite ici, fig. 44). On voit très nettement qu'elle est localisée aux environs de Bour-

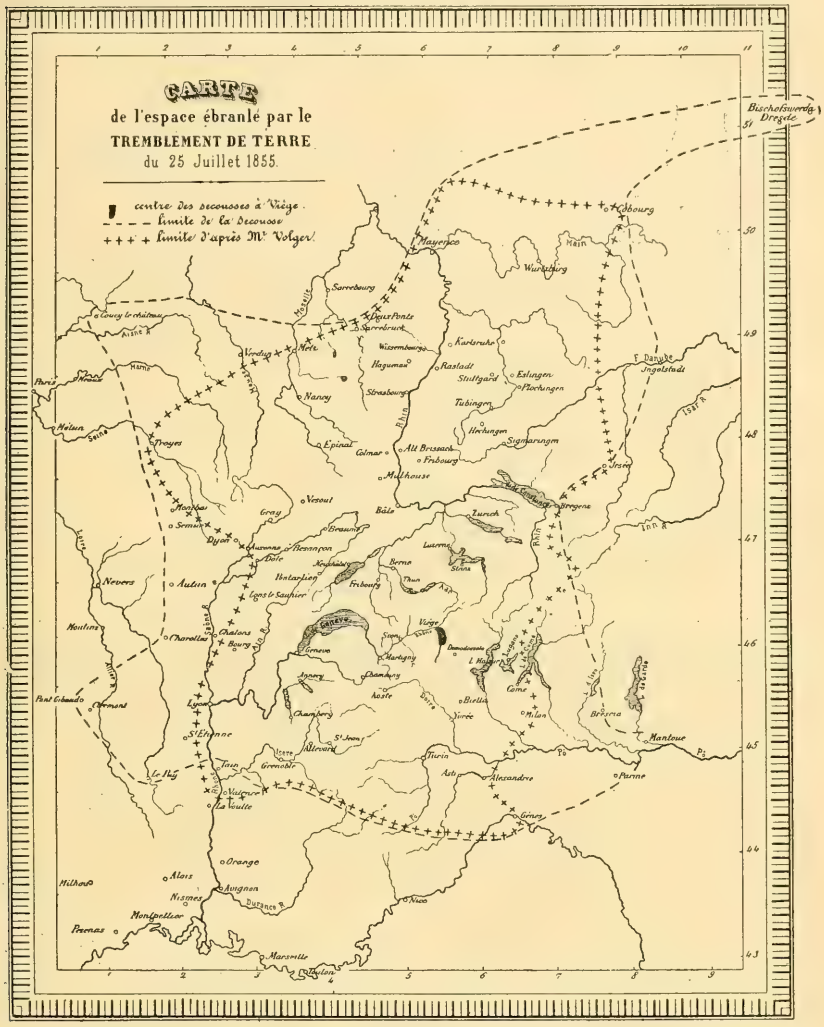


Fig. 43. — Aire de répartition du tremblement de terre de 1855 d'après Favre.

bonne-les-Bains et la carte de Cabrol et Tamisier est curieuse, parce qu'elle montre bien l'irrégularité d'allure de la région où la secousse a été ressentie. Un certain nombre de points n'ont

rien éprouvé qui se trouvent presque intercalés entre deux communes ébranlées ; il en résulte l'existence de redans dans la courbe isosismique que j'y ai tracée entourant tous les points où le tremblement de terre a été remarqué.

D'une façon générale, il est intéressant de comparer cette

Fig. 44. — Extension du tremblement de terre de 1861 a Bourbonne-les-Bains, d'après Cabrol et Tamisier.

région à celle du tremblement de terre de 1862 (fig. 45). Les secousses furent nombreuses et durèrent du 26 mars au 25 mai.

L'année suivante (1862), le 17 avril, de nouvelles secousses eurent lieu ; mais elles furent beaucoup plus généralisées.

On possède sur la répartition de cette secousse (fig. 45) des renseignement assez précis, dus à Perrey (1862, p. 923).

Elle semble avoir été limitée par une ligne allant de Mirecourt à Chaumont (secousse N.-S.) [à Sexfontaine au Nord on n'a rien ressenti], puis à Dancevoir, Saint-Seine, Pouilly, Gevrey, Chambertin où la secousse fut faible.

Parmi les localités atteintes on peut citer Bourbonne-les-Bains, Langres, Chalindrey, Fays-Billot, Lure, Longeau, Grancey, Prauthoy, Selongey, Fontaine-française, Montigny-sur-Vingeanne, Mornoy, Gemeaux, Royans, Gray, Apremont, Dijon, Besançon. Il faut y ajouter, d'après Bourdot, Gy (Haute-Savoie) et, d'après O' Reilly, Auxonne.

Il apparait nettement sur la carte que ces secousses sont localisées à l'axe de la Côte-d'Or, c'est-à-dire en somme à l'une des extrémités libres des Vosges.

Des répliques furent ressenties le 19 juillet 1862 à Fays-Billot, le 15 juillet 1863 à Bourbonne-les-Bains, le 4 octobre 1863 à Lure.

Il semble donc que pendant cette période, on puisse mettre en évidence une série de petits séismes se complétant les uns les autres, en produisant cette fois encore en se déplaçant de Dijon vers les Vosges.

Il me paraît douteux que les secousses ressenties le 5 et 6 janvier 1868 et le 6 juillet 1868 à Bar-sur-Seine appartiennent à la série étudiée ici. Il me parait plus probable qu'il s'agit là de

Fig. 45. — Aire de répartition des tremblements de terre de 1861, 1862, aux environs de Bourbonne-les-Bains.

secousses locales, comme celles de 1829 à Vitry-le-François et spéciales à un petit centre sismique, peu important.

1871. — Cette année, le 12 septembre, à 7 heures 30 du matin un tremblement de terre fut ressenti dans le Sud de la Côte-d'Or et en Saône-et-Loire (voir Delacharme, Resal, Lemozy, Magnien) : dans la Côte-d'Or, à Pouilly, à Nolay (S.-N.) et à Saint-Pierre-de-Varennes (S.-N.) ; dans Saône-et-Loire à Autun, Châlon-sur-Saône, Mâcon, Tournus, Matour, à Trémont, Plotte. Il faut

évidemment y ajouter un certain nombre de localités que cite O' Reilly pour cette année-là : Saint-Romain (Côte-d'Or) ; Salornay-sur-Guye ; Saint-Germain ; Saint-Firmin ; Marley-le-Rougey*, Mont-Saint-Vincent ; Gurdin*.

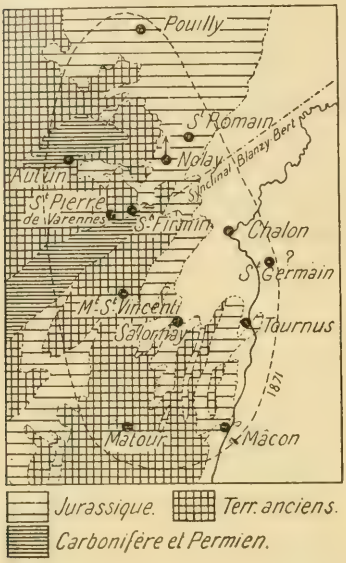


Fig. 46. — Carte de la région affectée par le tremblement de terre de 1871 au Nord et au Sud du synclinal Blanzy-Bert.

Il est probable que l'épicentre se trouve dans le synclinal de Blanzy-Bert dans la région où celui-ci subit un ennoyage en profondeur pour disparaître sous le Jurassique, puis sous les alluvions de la Saône (fig. 46).

Deux petites secousses l'une en 1873 à Nancy et à Varengeville, l'autre le 7 et le 8 novembre 1874 à Corvol-l'Orgueilleux (Nièvre) ne paraissent pas appartenir à la région sismique considérée.

1880. — La série recommence le 20 août 1880 par une secousse, localisée à Dijon. Puis l'activité sismique se déplace vers l'Est (fig. 48) et le 13 septembre 1882 on note un tremblement de terre dans les Vosges, à Remiremont,

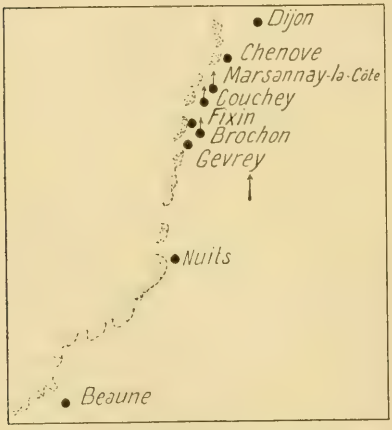


Fig. 47. — Secousse de 1882 le long de la Côte-d'Or.

Fig. 48. — Secousses de 1880 et 1882, 1884, 1885, 1888.

Plombières, Le Tillot. En 1882, le 14 août, à 4 heures 25 minutes,

un ébranlement dirigé SSE.-NNW. se fait sentir entre Gevrey-Chambertin et Dijon affectant très nettement le bord de la côte (Guillemot) : cette secousse aurait été la troisième en 3 ans. On peut ajouter aux localités citées Nuits et Beaune, signalées cette même année par O' Reilly (fig. 47).

Quelques autres secousses (fig. 48) sont connues le 28 novembre 1884 dans la Haute-Marne, le 11 novembre 1885 à Contrexéville, le 14 avril 1888 à Damrémont dans la Haute-Marne (objets renversés).

1891. — En 1891, le 17 février, un tremblement de terre affecte les environs de Saint-Dié : Gerberol (canton de Fraize), Arnould, Concieux.

En 1903, une secousse est ressentie à Bussang, Saint-Maurice, Tillot.

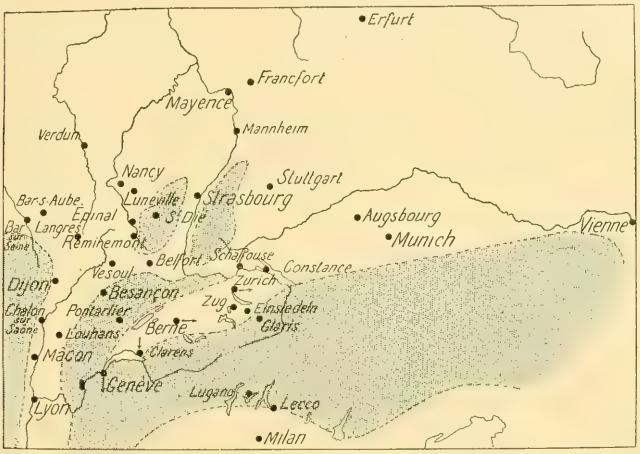


Fig. 49. — Répartition du tremblement de terre de 1911.

1911. — Enfin en 1911, se place le séisme relativement important et généralisé qui a été noté depuis Mâcon jusqu'à Nancy (Rothé), Strasbourg, Erfurt et Gotha.

Bien que son étude soit encore incomplète, on sait cependant que son épicentre se trouvait dans la région du lac de Constance [1] où des sculptures de pierre se détachèrent de la grande tour de

1. W. Schmidle. Observations sur le tremblement de terre du 16 novembre 1911 à Constance. — G. Ruetschi. Les modifications du fond du lac inférieur de Constance par le tremblement de terre du 16 novembre 1911. — R. Leuterborn. Actions du tremblement de terre du 16 novembre 1911 sous le niveau du lac de Constance. *Jahr. und Mitt. des Oberrhein. geol. Vereins* (Stuttgart), t. II, n° 1 février 1912.

la cathédrale. Le château de Hohenzollern a également beaucoup souffert (type VII de l'échelle de Mercalli).

Une grande partie de la Suisse a éprouvé la commotion d'une façon très sérieuse ; à Berne, en particulier, une tour de la cathédrale s'est écroulée. Plus loin de l'épicentre, à Mannheim (Allemagne) et à Lugano (Italie), une panique s'empara des spectateurs des théâtres.

Les points les plus éloignés où on l'ait signalé à ma connaissance sont Milan [1], Vienne, Erfurt.

Ce séisme n'a eu lieu que dans l'Est de la France. Dans la direction de Paris il s'est éteint très vite et la localité la plus rapprochée de Paris [2] où on l'ait signalé jusqu'ici est Bar-sur-Seine (Aube).

Ce séisme est assez analogue au point de vue de sa distribution géographique à celui des 2 et 13 mai 1682 ; il semble cependant avoir été un peu plus fort que celui de 1911, car il s'est étendu dans le Bassin de Paris jusqu'à Tonnerre, Sens, Auxerre, Troyes, Reims, Bar-le-Duc.

Il semble que dans les deux cas un séisme un peu violent d'origine lointaine ait fait jouer simultanément tous les petits points faibles que l'on avait vu précédemment jouer séparément, pour ainsi dire à tour de rôle.

Conclusions. On peut essayer de tirer de ces faits quelques conclusions.

1° *Au point de vue des dates.*

Il semble au premier abord qu'il n'y ait aucune loi de périodicité dans les séismes observés. Cependant quand on regarde la liste avec soin, on est frappé du grand nombre de séismes qui se produisent au commencement d'une décade. Le fait apparaît beaucoup plus net quand on groupe, comme j'ai essayé de le faire, les séismes paraissant appartenir à une même série et pouvant être la répercussion les uns des autres, comme il arriverait dans le cas d'un ébranlement se prolongeant lentement et plus ou moins régulièrement.

On aurait ainsi les groupes suivants [3] :

1780, *1783*, *1784*, *1784*, 1784.
1791.

1. Les journaux ont annoncé qu'on n'avait rien ressenti à Florence, Rome, Naples, Messine, etc.

2. Les sismographes l'ont naturellement enregistré à Paris d'une façon très nette (Angot). Quelques personnes croient même l'avoir ressenti légèrement.

3. Les chiffres en italiques se rapportent à des tremblements de terre généraux, non spéciaux à la région et provenant d'ailleurs.

1802, *1808*.
1810.
1821, *1822*, *1829*.
1831, 1838, 1838.
1841, *1841*, 1843, *1846*.
1850, 1850, 1851, 1853, *1855*, 1857, 1858, 1859.
1860, 1861, 1862, 1862, 1863, 1863.
1871, 1874.
1880, 1881, 1882, 1884, 1885, 1886.
1891.
1903.
1911.

On trouve ainsi pour les années finissant par :

0,1,2 :	19	secousses	spéciales	+ 3	secousses	générales	=	22
3,4,5 :	9	»	»	+ 4	»	»	=	13
6,7,8 :	5	»	»	+ 2	»	»	=	7
9 :	1	secousse	spéciale	+ 1	secousse	générale	=	2

Malgré le caractère très artificiel d'une classification de ce genre, il m'a paru intéressant de mettre ces chiffres en évidence.

La localisation des tremblements de terre au commencement des décades paraît donc assez nette au moins pendant la période 1780-1911.

La loi ne se vérifie plus du tout pour la période antérieure; sauf pour le seul séisme qui soit bien connu, celui de 1682.

2° *Au point de vue de la localisation.*

L'étude de la localisation des tremblements de terre, au moyen de documents anciens, est toujours entachée de graves causes d'erreurs : les grandes villes, où les observations sont plus nombreuses et reçoivent une plus grande publicité, apparaissent toujours dans ces conditions comme des pays à séismes particulièrement fréquents.

Le même phénomène s'est produit dans le passé pour certaines abbayes.

Aussi me paraît-il inutile de donner ici la liste des localités avec le nombre de séismes ressentis. Il me paraît plus intéressant de les marquer sur une carte, où les causes d'erreurs diminuent, parce que l'absence de renseignements sur une localité est compensée par ceux que l'on a sur un pays voisin.

On voit ainsi très nettement que la région nettement sismique est jalonnée par Saint-Dié, Remiremont, Plombières, Fays-Billot et Langres, puis Dijon.

Au point de vue géologique le fait est assez remarquable ; car cette ligne coïncide d'abord avec la limite des Vosges, puis avec une série de petits pointements de roches anciennes (granites,

gneiss) qui relient la région des Vosges au Morvan et qui constituent l'axe anticlinal de la Côte-d'Or. On en connaît ainsi près de Bourbonne-les-Bains, de Fays-Billot, d'Arnay-le-Duc. Celui de Molay est très près de Dijon.

Il semble donc bien qu'il faille attribuer à cette ligne tout au moins l'apparence d'un accident sismogénique coïncidant avec

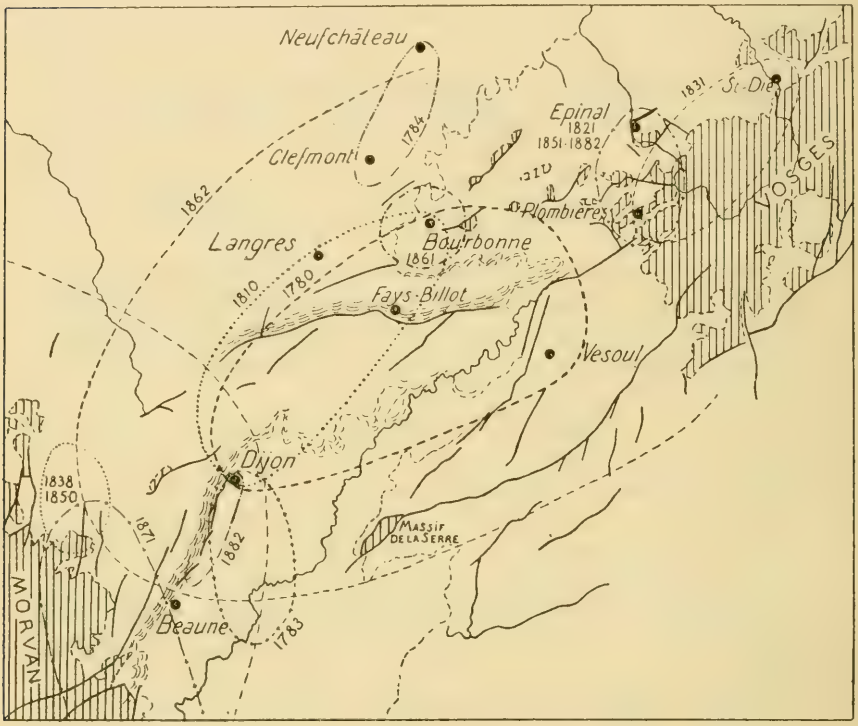


Fig. 50. — Répartition des tremblements de terre dans l'Est de la France.

la zone d'ennoyage des plis du Morvan et des Vosges.

D'autres sont localisés sur le bord du Morvan et sur celui des Vosges.

La « Côte » est une petite région sismique assez nette en relation avec l'extrémité nord de l'accident géologique qui borde la vallée de la Saône.

Enfin une secousse a eu pour épicentre la région où le grand synclinal de Blanzy-Bert s'ennoie et disparaît sous les alluvions de la Saône à hauteur de Chagny.

Ainsi, dans cette région encore, on constate la coïncidence des épicentres avec les régions d'ennoyage des plis.

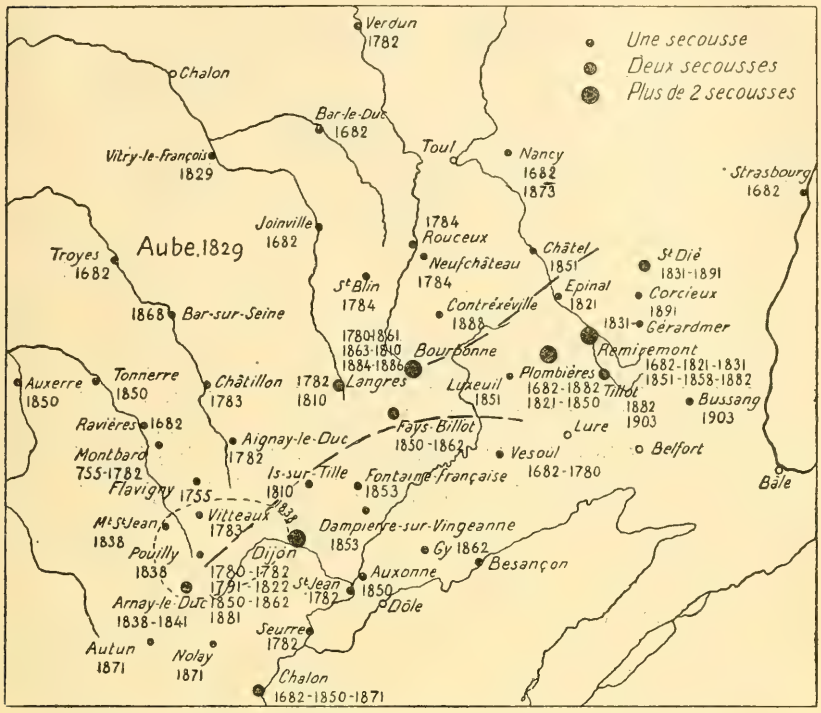


Fig. 51. — Principales régions sismiques de l'Est de la France.

VIII. — Tremblements de terre généraux.

En dehors des régions qui viennent d'être passées en revue, il n'y a qu'un petit nombre de points isolés, ayant subi à un moment donné des secousses venant généralement d'ailleurs.

Il serait oiseux de chercher pour l'instant leur signification ; elle résultera d'elle-même de ce qui va suivre.

Il convient, en effet, de passer en revue les séismes qui ont affecté, sinon tout l'ensemble, du moins une grande partie de la région parisienne.

Ce sont en général des secousses, d'origine plus ou moins lointaine et quelconque, qui, par suite de leur intensité ou de toute autre raison ont pu se propager jusque dans le Bassin de Paris et sont venus pour ainsi dire y mourir ; car jamais aucune d'elles ne l'a, à ma connaissance, affecté dans son entier.

842. — Tout le Nord de la Gaule.

1217. — Nord de la France.

1580. — On a quelques données sur le tremblement de terre de 1580 qui a affecté une grande partie du Nord de la France, de la Belgique et de la Hollande.

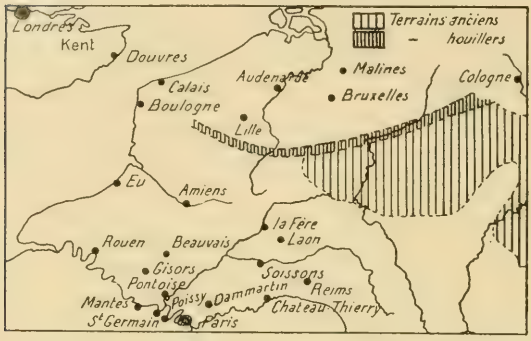


Fig. 52. — Extension du tremblement de terre de 1580, d'origine belge.

1682. — Assez général aussi, le tremblement de terre de cette année est d'un tout autre type; il a son origine dans la région des Alpes et il a agité l'Avant-Pays de cette chaîne jusqu'à une assez grande distance; à cet égard, il rappelle un peu celui de 1911. J'emprunte à Perrey (Rhône p. 278) quelques détails sur ce séisme.

2 mai. — Genève.
7 mai. — Nouvelle secousse (pas de détails sur sa répartition).
12 mai. — Bâle, Neufchâtel, toute la Suisse.
13 mai. — Maximum d'extension (voir la carte fig. 53).
1 mai. — Lyon.

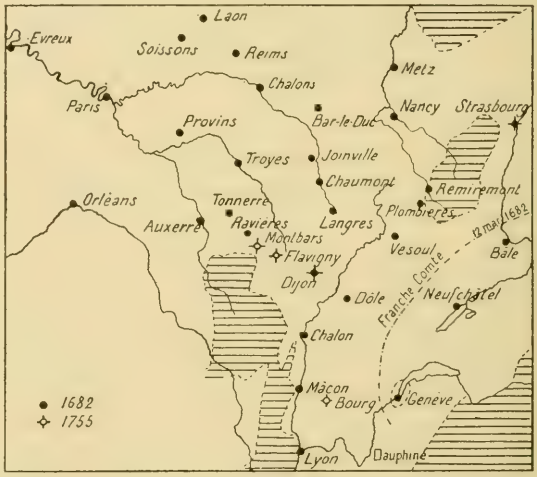


Fig. 53. — Extension du tremblement de terre de 1682, d'origine alpine.

1756. — Le tremblement de terre du 18 février 1756 s'est étendu à une grande partie du Nord de la France, de la Belgique, de la Hollande, de l'Allemagne, de l'Angleterre. Il a été ressenti en quelques points du Bassin de Paris ; il paraît difficile, avec les données dont on dispose, d'entrevoir une loi dans cette distribution.

Il est probable qu'il a déterminé le déclanchement des petites secousses des environs de Breteuil et de Montdidier et de la région de Sedan[1].

Malgré une divergence dans le détail des points où on a signalé des secousses, on ne peut manquer d'être frappé de l'analogie de la répartition géographique des deux séismes de 1580 et 1756 (fig. 52 et 54).

1841. — On pourrait également considérer comme général le

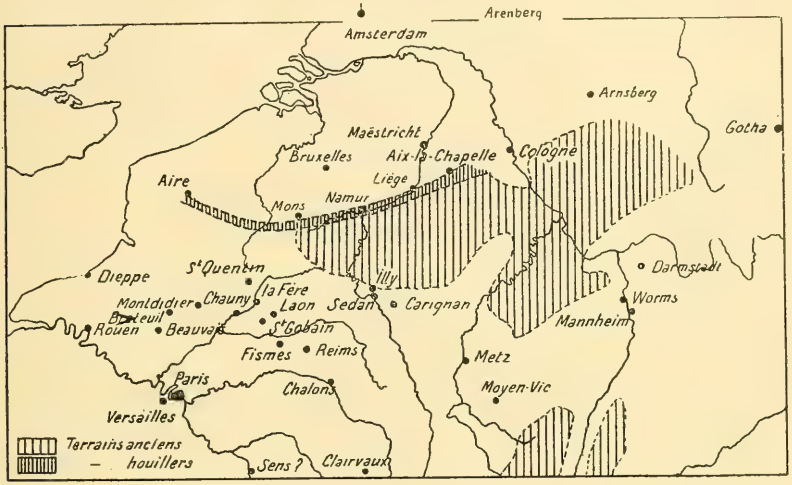


Fig. 54. — Extension du tremblement de terre de 1756.

séisme de 1841. Il a été décrit à propos de la région de l'Indre (voir fig. 29 p. 388).

1866. — Enfin il convient de citer le grand tremblement de terre du 14 novembre 1866 qui fut très général.

« Les points où le tremblement de terre a été observé peuvent, dit Rayet, être enfermés dans un polygone dont Paris, Auxerre, Tournus, Montbrison, Bordeaux, Nantes et Rouen seraient les principaux sommets ; c'est dans l'Indre-et-Loire et le Loir-et-Cher que les secousses ont été les plus violentes ».

Effectivement si on prend sur la carte, les points où les secousses sont marquées de 4 flèches sur la carte de Rayet, on

1. Villette (p. 41), dit que les secousses avaient leur centre à Remiremont, ce qui me paraît inexact du moins comme origine première. Mais je croirais volontiers que la région sismique de Remiremont a été déclanchée par le séisme venant de Suisse.

trouve une région ovale qui va de Mamers à Châteauroux et qui englobe tous les points à sismicités propres qui ont été indiqués précédemment.

Il y aurait eu une première secousse, ressentie vers 2 h. du matin à Ferté-Saint-Cyr et à Méréville et probablement aussi à Vendôme (Renou)[1].

La secousse principale aurait été double ; il y aurait eu vers 5 h. 10 du matin (heure de Paris), une secousse Est-Ouest et une secousse Sud-Nord quelques instants après.

Fig. 55. — Séisme de 1866, d'après la carte de Rayet et quelques données complémentaires.

Comme on le voit, les tremblements de terre du Bassin de Paris n'ont jamais été, même celui de 1866, des séismes généraux. Toutes les secousses importantes qui y ont pénétré venaient d'ailleurs, soit de la région septentrionale, Belgique et Hollande, soit de la Touraine, soit de la région alpine.

Elles sont venues en quelque sorte y mourir, pénétrant plus ou moins loin suivant les cas, mais n'arrivant jamais à l'affecter tout entier.

Bien que les documents sur leur répartition géographique soient

1. Elle aurait été ressentie aussi à Arcachon (Cirodde). Peut-être Arcachon s'est-il comporté en cette circonstance comme un point très vibrant, ainsi que cela est arrivé aussi lors du tremblement de terre de Provence en 1909 (Angot).

souvent insuffisants, il est frappant de constater que les points où les secousses ont été signalées sont précisément ceux que l'on a vus précédemment avoir une sismicité propre.

Ce sont pour ainsi dire toujours les mêmes points qui bougent. D'autres points, dans leur intervalle, se montrent asismiques et il est bien difficile, quand les observations portent sur un aussi grand nombre d'années, d'invoquer l'absence d'observations quand il s'agit de villes importantes et anciennes, comme par exemple Amiens et Compiègne.

On est alors amené à penser que certains tremblements de terre issus d'une région déterminée peuvent déclancher à distance de petites secousses dans des régions assez éloignées, lorsque celles-ci se trouvent dans un équilibre instable, prêt à se rompre à la moindre impulsion supplémentaire surtout si les vibrations, possibles dans ces régions, sont accordées à celle du séisme. On se rappelle que Belar a montré que le campanile de Saint-Marc à Venise avait la même période d'oscillation que celle des ondes du tremblement de terre, survenu à Salonique, le jour de sa destruction et il a pensé que c'était l'influence de ce séisme qui avait déterminé sa chute. Dans le même ordre d'idées, on se rappelle que lors du tremblement de terre de 1909 en Provence qui fut ressenti dans une partie du Midi, la secousse fut ressentie nettement au Phare d'Arcachon. Ainsi que je l'ai déjà dit, le phénomène serait le même que celui qui se produit quand deux violons, étant accordés, l'un d'eux reproduit à distance le jeu du premier, sans que l'on entende rien dans la région qui les sépare.

Comme exemples de ce genre dans le Bassin de Paris, je citerai :

26 janvier 1579. Secousse ressentie à Bordeaux (Gironde) d'un tremblement de terre du centre du Bassin de Paris.

25 janvier 1799. Secousse ressentie à Auxerre, d'un tremblement de terre essentiellement armoricain (Bordeaux.Rennes)

20 juillet 1854. Secousse ressentie à Château-Larcher (Vienne), d'un tremblement de terre pyrénéen.

14 sept. 1866. Secousse ressentie à Arcachon (Landes) d'un tremblement de terre du centre du Bassin de Paris.

Conclusion.

La conclusion de ces études me paraît assez nette.

Toutes les fois que, dans le Bassin de Paris, on peut étudier un tremblement de terre bien localisé, on constate que *son épicentre coïncide avec un axe tectonique.*

Mais tous les axes tectoniques ne sont pas sismiques. Ce sont les régions *d'abaissement d'axes* [1], les bords des aires d'ennoyage, les extrémités libres où les couches n'ont probablement pas encore pu jouer suffisamment qui sont les plus sujettes aux secousses.

Il est possible que pour une région déterminée, il y ait une *périodicité grossière* dans les tremblements de terre, périodicité variable suivant les régions sujettes à perturbations, et qui pourrait être due aux besoins de reprises d'équilibre.

Les centres sismiques semblent susceptibles d'être *déclanchés* par d'autres tremblements de terre, probablement quand ceux-ci présentent une période d'oscillation qui leur convient.

Quoi qu'il advienne, dans l'avenir, de ces conclusions, un fait me paraît indéniable, c'est qu'un tremblement de terre ne se propage pas à la surface d'une façon uniforme; la composition des couches et leur disposition jouent un rôle qui nous apparaît comme de plus en plus important.

Par conséquent, si la connaissance de la géologie peut servir à interpréter les phénomènes sismologiques, observés et enregistrés par les météorologistes, réciproquement la connaissance de ces phénomènes pourra dans l'avenir nous fournir des renseignements précieux sur la géologie profonde des points que notre marteau ne peut atteindre.

La sismologie ne sera d'ailleurs que l'un des procédés d'investigation physique de la terre auxquels les géologues devront avoir recours et j'espère avoir un jour l'occasion de revenir sur ceux que nous pouvons dès à présent mettre en œuvre.

1. A ce point de vue, je rappellerai que M. de Montessus de Ballore a montré que dans l'Irlande, les plissements armoricains sont parfaitement stables, mais que les prolongements de ces plissements dans le comté de Cork présentent quelques épicentres pauvres.

Note sur la géologie de la Mauritanie

par **R. Chudeau**[1].

Il semble que l'on puisse dès maintenant distinguer en Mauritanie trois masses principales : une bande littorale, de largeur variable, formée de terrains récents (Pliocène supérieur ?, Pleistocène) ; une pénéplaine cristalline où dominent des gneiss et des micaschistes redressés, avec quelques massifs granitiques ; enfin des plateaux gréseux à strates horizontales (Dévonien).

Un lambeau de calcaire carbonifère au Sud de l'Adrar, un peu d'Éocène entre Aleg et Kaeïdi, quelques dépôts lacustres récents ne jouent qu'un rôle subordonné dans la structure de la Mauritanie.

I. Terrains cristallins. — Le massif granitique principal forme la partie orientale du Tiris (Rio de Oro). Il est parsemé de dômes à parois abruptes, nues et dont la hauteur dépasse souvent 100 mètres. Ces dômes sont désignés habituellement, comme dans une bonne partie du Sahara, par le mot guelb (cœur, pluriel eglab) : Guelb Khïr Allah, Guelb Djouali, Guelb Dumus.

Ces dômes sont formés d'un granite porphyroïde, coupé de quelques filons d'autres roches (granulite à épidote, pegmatite, etc.).

Le Silurien est plus varié ; il comprend[2] des gneiss, des micaschistes, des schistes à séricite et des phyllades, toujours en bancs minces, parfois des lentilles de cipolin (à El Aïoudj, dans la région d'Idjil) et plus souvent des quartzites qui donnent naissance à des reliefs marqués (chaîne de Zoug, Koudiat Aussert, Koudiat d'Idjil, Adrar Sotof, etc.).

Il y a aussi des minerais de fer : oligiste près d'Aguiert, magnétite dans le Tiris.

Les schistes et les phyllades jouent probablement un rôle important en Mauritanie ; il semble que la plupart des plaines à surface horizontale aient un sous-sol schisteux, mais la vérification ne peut s'en faire que par hasard.

A Tachot (entre Guimi et Aguiert) on creusait un puits au

1. Note présentée à la séance du 18 décembre 1911.

2. Les roches éruptives sont nombreuses ; Quiroga en a décrit les principaux types (Observaciones geologicas hechas en el Sahara Occidental, *Anales Soc. esp. Hist. Nat.*, XVIII, 1889, p. 337).

moment de mon passage : sous 18 m. de roches pourries et méconnaissables, on arrivait à des schistes à séricite ; j'ai pu trouver la même roche à Aguiert dans les déblais d'un puits et à Choggar : la zone des mares d'hivernage et des plaines entre Aleg et le Tagant serait donc bien une zone schisteuse.

Les affleurements de ces différentes roches ont, comme l'avait déjà remarqué Quiroga, une direction assez constante, d'ordinaire N.E.-S.W., direction qui se retrouve dans grand nombre d'accidents géographiques (chaînes de dunes, etc.). Il y a quelques exceptions : la Koudiat d'Idjil est N.W.-S.E.; il y a, semble-t-il, une virgation autour d'Aguiert ; près de Bakel, les orientations de quartzite varient de N.N.W.-S.S.E. à N.E.-S.W. en passant par N.-S. Il s'agit toujours de directions « sub-méridiennes ».

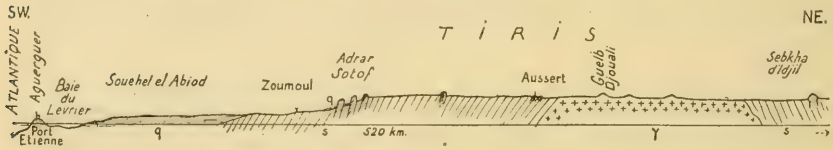


Fig. 1. — Coupe de l'Atlantique a Idjil.
q, Quaternaire ; *s*, Silurien ; γ, Granite.

Tout en reconnaissant bien volontiers qu'elle est défectueuse, je continue à employer la nomenclature que j'ai suivie jusqu'à présent. Elle a le gros avantage d'être d'accord avec la topographie : l'observateur le moins exercé distingue au premier coup d'œil les massifs granitiques avec leurs dômes épars, des terrains où les alignements sont nets.

Il est bien clair qu'il y aura des coupures à introduire dans ce Silurien, mais il est actuellement impossible de les établir. Force est de s'en tenir à un seul terme ; Silurien est le seul qui, par son histoire, soit assez élastique pour pouvoir désigner l'ensemble des terrains antédévoniens.

En tous cas la coupure que j'indique dans les terrains cristallins (Archéen, Silurien) est la seule que l'on puisse actuellement introduire sur une carte, et ceci me semble être une raison suffisante pour la conserver.

D'après G. B. M. Flamand [1], les termes les plus métamorphiques de la série se trouveraient au voisinage des massifs gra-

1. G. B. M. Flamand. Recherches géologiques et géographiques sur les Hauts pays de l'Oranie et sur le Sahara. *Thèse*, Lyon, 1911, p. 101.

nitiques. Cette affirmation, déduite d'échantillons envoyés au laboratoire d'Alger, ne tient pas sur le terrain. J'ai déjà indiqué que pour le Sahara Central, les cipolins et les quartzites dominaient autour des massifs granitiques. Il en est de même en Mauritanie, où j'ai noté une bande de phyllades à l'Est de Zoug et à l'Est d'Aussert, presque au contact du massif granitique.

II. Dévonien. — L'Adrar et le Tagant ne forment qu'un seul plateau, limité sur presque tout son pourtour par des falaises élevées. Les assises qui le forment sont à peu près horizontales; elles dessinent un synclinal peu marqué (400 m. de flèche pour une corde de 300 km.), dont l'axe N.E.-S.W. reproduit une direction fréquente dans le pays [1]; cet axe s'abaisse vers le S.W.: entre Talorza et Hasi Motleh, les altitudes sont inférieures à 100 m. Le point culminant de l'Adrar paraît se trouver au N.W. de Chinguetti, au voisinage de la passe d'Aous (500 m.); les parties les plus élevées du Tagant sont à peu près à la même cote.

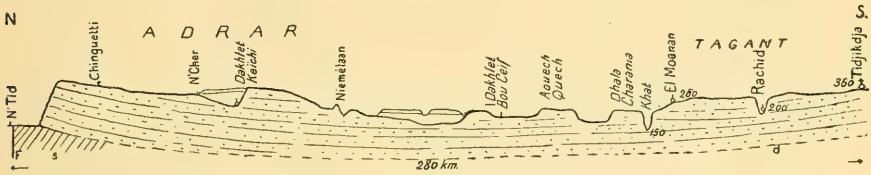


Fig. 2. — Coupe a travers l'Adrar et le Tagant.
d, Dévonien ; *s*, Silurien.

La séparation entre l'Adrar et le Tagant est très nette vers l'Ouest, où la dépression du Khat atteint entre Aïn Khadra et Talorza une trentaine de kilomètres de large ; cette dépression est couverte d'alluvions récentes et de dunes. Plus à l'Est, le Khat n'est plus qu'une vallée encaissée, comparable à la plupart des vallées de l'Adrar et du Tagant. En réalité, la distinction entre ces deux plateaux est surtout d'ordre climatique : il pleut assez dans le Tagant pour que les chameaux en évitent les pâturages ; le *Baobab*, l'*Acacia arabica* Willd, le *Cucifera thebaica*, Del., communs dans le Tagant font défaut dans l'Adrar.

La distinction entre le Tagant et l'Adafer qui le prolonge à l'Est est du même ordre ; plus éloigné de l'Atlantique, l'Adafer est franchement saharien.

1. Outre les indications des anéroïdes, ce synclinal est bien d'accord avec l'hydrographie du pays; la présence d'un lambeau carbonifère et d'un lac quaternaire confirme encore son existence.

La limite orientale de ces plateaux gréseux est mal connue ; l'abrupt, haut de 200 m. qui limite au Sud l'Adafer, se prolonge jusqu'à Tichit (Dahar Tichit) et, d'après les renseignements indigènes, jusqu'à Oualata et au voisinage de Faguibine, à sept ou huit cents kilomètres de Tagant.

Au Nord, le Dahar Adrar n'a été suivi qu'un peu au delà d'Ouadan ; il se prolongerait très loin vers le N.E. et sous le nom d'El Hank, arriverait au voisinage d'El Eglab (à 800 kilomètres d'Atar)[1].

On sait fort mal ce qui se passe entre El Hank et le Dahar Tichit ; il y a des massifs de dunes importants (Ouarane, Djouf), des plaines argileuses très unies (Mraïa = miroir). D'après le capitaine Verdier, les quelques hauteurs rocheuses qui émergent des dunes au Sud-Est de Chinguetti seraient des dômes de granite ou des crêtes de quartzite.

Les grès qui constituent ce grand plateau (Adrar-Tagant) sont en général de couleur claire. Le grain en est très variable, depuis le sable fin jusqu'aux poudingues ; quelques bancs sont des psammites. Les argiles schisteuses et les calcaires sont accidentels ; on les rencontre parfois vers la base des falaises, à l'Ouest d'Atar et à Aous.

Ces différentes assises sont revêtues d'une patine luisante (vernis du désert) habituellement de couleur claire, parfois foncée ou noire. Cette patine qui est de règle dans l'Adrar manque souvent dans le Tagant[2].

Les formes topographiques de ces plateaux sont identiques à celles du plateau de Bandiagara ou des tassilis touaregs.

Les fossiles sont malheureusement rares. A. Dereims (*C. R. somm. S. G. F.*, 7 juin 1909) avait, en 1900, recueilli à une vingtaine de kilomètres à l'W. d'Atar, une grauwacke à *Spirifer*.

Auprès d'Akchat (Nord du Tagant) j'ai trouvé un fragment de moule externe d'un gros *Orthoceras*, du groupe des *Annulati*.

A Dakhlet Keïchi (40 km. au Sud de Chinguetti), vers le sommet d'une falaise haute de 120 m., des psammites contiennent de nombreux *Lingula*.

Ces grès sont donc bien des couches marines ; l'existence du Carbonifère au-dessus permet de les attribuer au Dévonien, avec une demi-certitude.

1. Nieger. Du Touat à Taoudenni. *La Géographie*, 1907, XVI, p. 379.

2. Il existe à l'Est et au Nord-Est d'Atar, dans la plaine, une formation très remarquable, contenant des calcaires et des silex, dont on trouve surtout des débris. Quelques bancs, restés en place sont constitués par des cylindres à structure concentrique, hauts de 1 m., d'un diamètre de 10 à 20 cm. et ayant à première vue l'aspect de troncs d'arbres. Le microscope montre qu'il s'agit d'un accident minéralogique.

J'ai indiqué précédemment que l'Adrar et le Tagant formaient un synclinal peu prononcé. Comme dans tous les pays de structure tabulaire, les cassures jouent un rôle important.

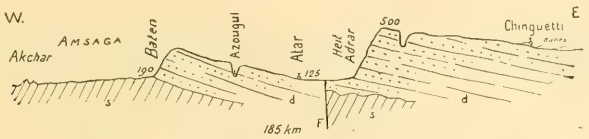


Fig. 3. — Coupe de l'Akchar a Chinguetti.
d, Dévonien ; *s*, Silurien.

La falaise qui borde l'Amsaga et celle qui se dresse à l'Est d'Atar (fig. 3) ont la même constitution ; il semble bien qu'elles comprennent les mêmes niveaux. Les différences d'altitude sont dues à une faille N.E.-S.W. qui a épousé la direction la plus importante des Saharides mauritaniennes.

Des roches, ramassées à N'Tid par le commandant Duperthuys [1], indiquent que les terrains cristallins affleurent à ce point et confirment l'existence de la faille.

Le petit bassin fermé de Zli, dont une belle mare permanente (Guelta de Zli) occupe le centre, a une origine tectonique ; on voit nettement une faille (N.E.-S.W.) avec brèche de friction dans la passe difficile qui mène à la Guelta.

Il existe aussi à Motleh une dénivellation brusque des grès dévoniens ; plus au Sud, le plateau de Talorza et les plateaux voisins sont dus certainement à un jeu de diaclases (fig. 4).

Quant à la plupart des grandes vallées de l'Adrar et du Tagant, comme le Tamount En Naja, elles sont essentiellement des vallées d'érosion.

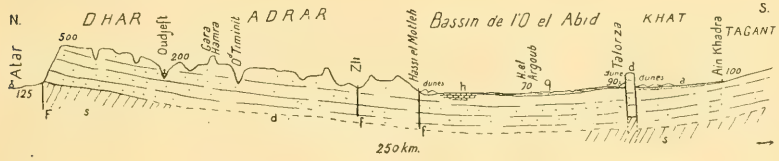


Fig. 4. — Coupe d'Atar au Tagant.
a, Alluvions ; *q*, Quaternaire ; *d*, Dévonien ; *s*, Silurien ; *h*, Carbonifère.

Je rattache encore au Dévonien les plateaux qui couvrent le pays d'El Akrab et du Negcher. J'ai vu seulement, de quelques kilomètres, la falaise qui les limite au Sud. Mais j'ai pu exami-

1. R. Chudeau. Note sur la Mauritanie. *B. S. G. F.*, (4), X, 1910, p. 667.

ner de près un petit plateau témoin, situé près de Bir El Hadj (= Atabiin) et qui porte les ruines d'une factorerie portugaise [1].

Ce plateau (+ 30 m.) repose sur des schistes cristallins très redressés et à affleurement N.-S.; il est surtout constitué par des grès de couleurs claires où sont intercalés quelques bancs argileux rougeâtres ou blancs ; une assise de grès dure en forme de table.

D'après les renseignements indigènes, ces plateaux se continuent assez bien vers le Nord jusqu'à une grande plaine, le Reg El Abiod où se trouve le Seguiet El Hamra.

La zone des plissements hercyniens, si nets au Touat et au Tidikelt [2], ne pénètre donc pas jusque là !

III. Carbonifère. — Des calcaires carbonifères marins, horizontaux, affleurent dans le bassin de l'Oued El Abid, entre Aouïnet Ez Zebel et Hasi Motleh. Ils sont très fossilifères, malheureusement le polissage par le sable rend les déterminations bien difficiles. J'ai pu reconnaître toutefois les genres suivants : *Poteriocrinus*, *Fenestella*, *Orthothetes* ?

Un bloc calcaire, recueilli par la colonne Gouraud et qui provient à peu près certainement de la même région, contient un *Spirifer* du groupe du *Sp. striatus* et *Chonetes* cf. *ouralica* M. Moellen. Koslowski, à qui je dois cette détermination, ne voit entre le type de l'Oural et celui du Sahara qu'une différence légère dans le développement du crochet.

Ces calcaires sont probablement ouraliens, bien qu'il soit imprudent d'être affirmatif. Ce serait la suite des dépôts de Taoudenni et de Rezegallah. Leur existence amène à modifier la limite hypothétique des mers carbonifères [3] que l'on faisait passer au Nord d'Idjil; elle établit un nouveau jalon entre la mer de l'Oural, du Sahara et de la Bolivie.

Sur le terrain, les relations de ces calcaires horizontaux avec les grès dévoniens, ne sont pas claires. Vers le Sud du bassin, le Carbonifère est masqué par des dépôts lacustres pleistocènes ; vers le Nord, ils disparaissent sous les dunes ; vers l'Est, ils semblent reposer en concordance sur des grès qui forment la bordure de l'Oued El Abid et qui, par leur aspect, sont assez différents des grès du Tagant et de l'Adrar (massif de Tamga).

1. Cette factorerie est indiquée sur la carte de Stielers et sur la carte à 1/2 000 000 du Service géographique de l'Armée, comme étant à Tenouaka. Tenouaka est à 30 km. à l'W. de la factorerie.

2. E. F. Gautier. Sahara soudanais. Paris, 1908, p. 241.

3. G. B. M. Flamand (Thèse, p. 273, fig. 26) figure la limite du Dinantien. — E. Haug, *Traité de Géologie*, II, p. 817, fig. 272.

La coupe d'Aïn Khadra à Atar, faite autant que possible à l'échelle (fig. 4), suggère l'idée qu'ils reposent sans discordance marquée sur le Dévonien. L'érosion ne les aurait laissé subsister qu'au fond du synclinal.

IV. Éocène. — A Aleg, deux plateaux dont l'un porte le poste militaire, sont formés de grès tendres, de couleur claire avec des taches rouges ; ces grès, sans fossiles, sont surmontés de formations latéritiques. Les plateaux dominent le marigot d'Aleg d'environ 25 mètres. On retrouve ces grès vers le S.E. à Kaëidi et on peut les suivre jusqu'au coude d'Orndoldé [1]. Vers le Nord, sur la piste d'Aleg à Moudjeria, des cailloux de grès et de latérite indiquent que ces grès devaient se continuer pendant une vingtaine de kilomètres ; au delà, jusqu'au Tagant, on ne voit plus sous les dunes que des débris de terrains cristallins et parfois quelques collines de quartzite (fig. 5).

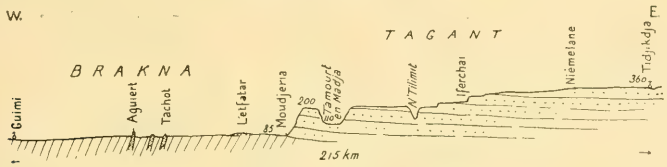


Fig. 5. — Coupe de Guimi a Tidjikdja.
d, Dévonien ; *s*, Silurien.

Sur les bords du Sénégal, à Daoualel et à Diouldé Diabé, existent des calcaires fossilifères qui sont vraisemblablement un faciès moins littoral des grès d'Aleg. Ceux de Daoualel sont particulièrement intéressants ; ce sont des calcaires phosphatés à Diatomées, identiques par certains détails de leur structure à ceux de Gafsa [2]. Friry [3] nous avait déjà appris que les couches inférieures de l'Éocène du Sénégal sont souvent phosphatées.

Les relations stratigraphiques de ces divers lambeaux éocènes sont encore assez peu claires : le Sénégal est entièrement ensablé et, sur les bords du fleuve, les alluvions ne laissent voir que par place de petits affleurements de grès ou de calcaires.

V. Pleistocène. — D'après les *Instructions nautiques* (n° 901, Paris, 1908) et mes observations, la côte de l'Atlantique entre le

1. R. Chudeau. Note sur la Géologie du Soudan. *B. S. G. F.*, 1910, (4), X, p. 319.
2. L. Cayeux. Sur l'existence de calcaires phosphatés à Diatomées, au Sénégal. *C.R. Ac. Sc.*, 4 juillet 1910.
3. Cᵗ Friry. Note sur la Géologie du Sénégal. *Bull. de Muséum*, 1908, p. 295-300.

cap Bojador et le cap Timiris (ou Mirik) est bordée d'une façon presque continue par une falaise dont la hauteur habituelle varie de 20 à 30 m. ; elle atteint accidentellement 80 m. au Nord du cap Garnet (vers 25° Lat. N.). Le point culminant de la côte, au voisinage de ce cap, la Peña Grande a une altitude de 147 mètres et, se détachant nettement sur le reste, forme un amas important. Peña Grande est probablement une crête de quartzite ou un dôme de granite.

Quiroga a commencé l'étude de cette falaise au voisinage de Villa Cisneros et a d'abord hésité entre le Miocène, le Pliocène et le Quaternaire ; dans ses dernières notes, une étude plus approfondie des fossiles lui faisait admettre (p. 335) l'âge pleistocène de cette formation [1], puis finalement (*l. c.*, p. 379) l'âge pliocène.

Plus récemment l'abbé Font y Sagué a recueilli de nouveaux matériaux qui ont fait remettre en question l'âge de la falaise [2].

En 1900, A. Dereims a recueilli beaucoup plus au Sud de nombreux matériaux qu'il a étudiés en collaboration avec G.-F. Dollfus [3]. En 1908, Gruvel et moi avons pu faire entre Saint-Louis et le cap Blanc, une abondante récolte de formes vivantes et fossiles [4].

En réunissant ces divers documents, il semble que l'on peut distinguer dans ces formations récentes deux groupes.

Le plus ancien suit le littoral depuis le Rio de Oro jusqu'au cap Timiris ; plus au Sud il s'éloigne probablement vers l'Est : A. Dereims m'a montré des calcaires siliceux provenant des environs de Touizikt (150 km. de la côte) et qui ressemblent singulièrement à ceux qui couronnent les plateaux de Lefrey. Le plus jeune est fourni par des plages soulevées (5 m., 15 m., 25 m.) et par les sédiments qui ont progressivement comblé le golfe de

1. Quiroga. *An. Soc. esp. Hist. nat.*, t. XVIII, 1889. — Calderon. Observ. à la note M. G. Rolland sur l'histoire géologique du Sahara. *B. S. G. F.*, (3) XX 1892, p. xxxiii.

2. Joleaud. Note sur quelques dents de Poissons fossiles du Rio de Oro. *B. S. G. F.*, (4) VII, 1907, p. 514-516.

Depéret et Roman. Pectinidés miocènes d'Europe. *Mém. S. G. F., Paléont.*, 1905.

G.-F. Dollfus. Étude des fossiles recueillis par Font y Sagué au Rio de Oro. *C.R. somm. S. G. F.*, 6 nov. 1911, p. 158.

3. A. Dereims. Un voyage en Mauritanie. *C.R. somm. S. G. F.*, 3 juin 1909, p. 71. — G. F. Dollfus. Étude des coquilles recueillies par M. Dereims dans la région nord du Sénégal. *Id.*, p. 73 et *Mém. S. G. F., Paléontologie*, 1911.

4. A. Gruvel. Aperçu géologique de la presqu'île du cap Blanc, etc. *Actes de la Soc. linn. de Bordeaux*, 1906. — R. Chudeau. Le golfe de Mauritanie. *B.S.G.F.*, (4), VIII, 1908, p. 560. — R. Chudeau. Structure géologique de la Mauritanie. — Dautzenberg. Contribution à la faune malacologique de l'Afrique Occidentale. — L. Germain. Mollusques terrestres et fluviatiles. — Ces trois dernières notes parues dans les *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, se retrouvent dans Gruvel et Chudeau : A travers la Mauritanie Occidentale, t. II, Paris, 1911.

Mauritanie au Sud du cap Timiris[1]. L'existence d'*Arca senilis* L. à Boutilimit[2] indique la grande extension de ce golfe dans le Trarzâ.

On peut distinguer, dans le groupe ancien :

1° Des grès tendres, bariolés, qui se montrent à mi-chemin entre Boulanouar et Oguilet Khadra. Ces grès, identiques à ceux de Tintam, paraissent être la base de la formation ; vers l'Est, ils reposent sur les schistes cristallins.

2° Les grès blancs des Krekche, très développés à Bir el Aïoudj[3] et à Boulanouar ; le lieutenant Chapsal m'a signalé à 200 km. au Nord, à Togba, des grès identiques. Ces grès disparaissent à l'Ouest sous les dépôts actuels de la baie du Levrier. Ils sont fossilifères et renferment surtout une grande Huître indéterminable, *Arca* (*Senilia*) *senilis* L. et *Rotuloïdea Fonti* Lambert.

3° Au Sud de Bir El Guerb, se trouvent des grès souvent verdâtres avec moules de fossiles marins ; ils sont recouverts de calcaires très siliceux, phosphatés, et forment des plateaux très isolés les uns des autres (Lefrey, Alzas, etc.). Ils semblent supérieurs aux grès à *Rotuloïdea*.

4° Les grès du cap Blanc à *Helix Gruveli* L. Germain et *Buliminus Couffoni* L. Germain, sont des dépôts d'estuaire formant une série de plateaux hauts de 20 à 25 mètres qui couvrent la presqu'île du cap Blanc. Leurs relations avec les assises précédentes sont inconnues.

On trouve fréquemment sur les flancs des vallées des placages pétris d'*Helix*. On n'y a trouvé jusqu'à présent que des moules internes, de sorte que l'identité avec *H. Gruveli* reste douteuse.

Parfois les grès des Krekche sont couverts d'un banc calcaire à *Helix* et *Planorbis*, indiquant un épisode lacustre.

Quiroga (*l. c.*, p. 389) résume de la façon suivante la coupe du Rio de Oro entre Villa Cisneros et les schistes anciens :

3° Calcaires marins blancs ou plus ou moins bariolés avec nombreux Mollusques marins (= Couches des Krekche ?). Ces calcaires sont très chargés de grains de quartz.

1. Vers Touizikt, les dépôts de plages sont à une soixantaine de mètres d'altitude.

2. Lemoine et Chautard. Sur la constitution géologique de quelques points de la Mauritanie. *La Géographie*, XVII, 1908, n° 4, p. 307-309.

3. El Aïoudj = de travers. Plusieurs puits portent ce nom.

2° Grès de couleurs variées, parfois glauconieux et contenant à Hasi Aïssa de nombreux bois silicifiés (*Cæsalpinioxylon Quirogoanum* Schenk.) (= Grès de Tintam ?).

1° Marnes bleu-verdâtre gypsifères ; elles paraissent manquer autour de la baie du Levrier.

Quiroga mentionne aussi des placages à *Helix*, assez fréquents.

Les plages soulevées, les dépôts du littoral et du Trarza ont fourni de nombreux Mollusques, mais, depuis les termes les plus anciens, ce sont toujours les mêmes espèces qui vivent encore actuellement dans la même région. Elles ne donnent rien pour l'âge.

On sait que *Ostrea crassissima*, *Lucina columbella* Lamk, *L. pecten* Lamk., *Brocchia sulcosa* Brocchi, etc., miocènes en Europe sont actuelles sur les côtes de Mauritanie [1].

Le seul fossile important est jusqu'à présent *Rotuloïdea Fonti* Lambert qui, par tous ses caractères, est intermédiaire entre *R. fimbricata* Etheridge, du Pliocène inférieur du Maroc et *R. Rumphi* Klein, actuellement vivant [2].

Il n'y a donc d'hésitation possible pour l'âge des assises les plus anciennes qu'entre le Pliocène supérieur et le Pleistocène.

Dans l'intérieur du pays, on doit rattacher au Quaternaire un certain nombre de dépôts.

L'un des plus importants occupe le bassin de l'Oued El Abid ; il commence un peu au Nord de Talarza ; il a 12 à 15 km. de large ; il disparaît à 3 ou 4 km. au Sud d'Hasi Motleh sous la dune. Il est bordé à l'Est par des collines gréseuses basses, appartenant probablement au Carbonifère. C'est au voisinage d'Hasi El Argoub que l'on peut le mieux voir la structure de ces dépôts lacustres qui sont profondément entaillés par l'érosion.

3	Produits latéritiques	0 m. 50
2	Marnes feuilletées et tufs calcaires	0 m. 30
1	Marnes blanches	10 m.

Ces marnes contiennent surtout à la base de gros galets de grès primaires, et, à divers niveaux, de grosses miches calcaires

1. Boistel. Les fossiles néogènes du Maroc rapportés par P. Lemoine. *B. S. G. F.*, (4), V, 1905, p. 201-208.

2. Lambert. Description des Échinides fossiles de la province de Barcelone. *Mém. S. G. F., Paléontologie*, 1906. — Cottreau. *Rotuloïdea* et *Heliophora* de l'Afrique Occidentale, in L. Gentil (à consulter).

Un des gisements marocains est figuré dans Haug, Traité de Géologie, pl. cxxviii, p. 1652.

riches en fossiles. Il m'a semblé que *Melania tuberculata* Müller, dominait à la base ; plus haut se montrent surtout des Physes (s.-g. *Isidora*) et des Planorbes (groupe de *Pl. Bridouxi* Bourguignat) ; parfois, tout à fait au sommet, des *Unio*. Il y aurait eu dessalure progressive du lac de l'Oued El Abid.

Ce lac, à cause de la profondeur de l'érosion (15 m.), doit être placé probablement dans le Quaternaire ancien.

Il existe d'autres dépôts lacustres d'âge mal déterminé en divers points du Rio de Oro et de la Mauritanie. Dans le Zoumoul, entre Atabiin et Tenouaka, le sol, formé de schistes presque verticaux, est recouvert pendant plusieurs kilomètres de cailloux calcaires non roulés ; près de Zoug et de Boulaoutad, on peut faire la même observation.

Dans un certain nombre de vallées on peut observer, à divers niveaux, des terrasses d'alluvions qui contiennent parfois des *Melania* et des *Physa*. J'ai noté les plus nettes dans l'Adrar, dans les vallées des affluents de l'Oued Timinit.

Dans l'Adrar Sotof, existent des formations plus embarrassantes. Elles sont bien développées dans l'Oued Djeloua où elles atteignent 10 à 15 m. d'épaisseur. Ce sont des calcaires blancs en couches bien horizontales ; les silex n'y sont pas rares ; elles donnent naissance à un certain nombre de plateaux que l'on peut voir flanquer au Sud et à l'Ouest l'Adrar Sotof.

Par leur aspect, elles paraissent être du Quaternaire ancien ; mais elles sont isolées du Quaternaire marin. Au microscope, on n'y voit aucune trace de fossiles. Il est impossible de savoir pour le moment si elles sont marines ou lacustres.

On doit classer à une date beaucoup plus récente, contemporaine du Néolithique saharien, la plupart des dépôts d'alluvions des oueds mauritaniens. Ces dépôts ont été fréquemment sculptés par l'érosion éolienne et forment des buttes hautes d'un mètre au plus. La faune est analogue à celle de l'Oued El Abid ; il y a en plus un *Corbicula*, voisin de l'espèce du Nil et surtout des formes terrestres : *Zootecus insularis* Ehr., *Buliminus cœnopictus* Hutton, *Cœciioïdes*, *Ferussacia*, *Helix Gautieri* Germ., et de rares fragments de *Limicolaria*[1]. Comme en Égypte, les Mollusques terrestres sont pour la plupart paléarctiques ; la faune d'eau douce est au contraire nettement soudanaise, montrant bien qu'à

1. Quelques espèces subsistent encore ; j'ai trouvé des *Physa* vivantes près d'Atar et à Daict Tofla. Les coquilles d'*Helix*, *Ferussacia* etc. sont trop abondantes et trop fraîches pour que l'on puisse supposer ces espèces éteintes. Dans le Brakna, à Letfodan, vivent de nombreux Mollusques, parmi lesquels le *Pyrgophysa*, qui deviennent rares plus au Nord.

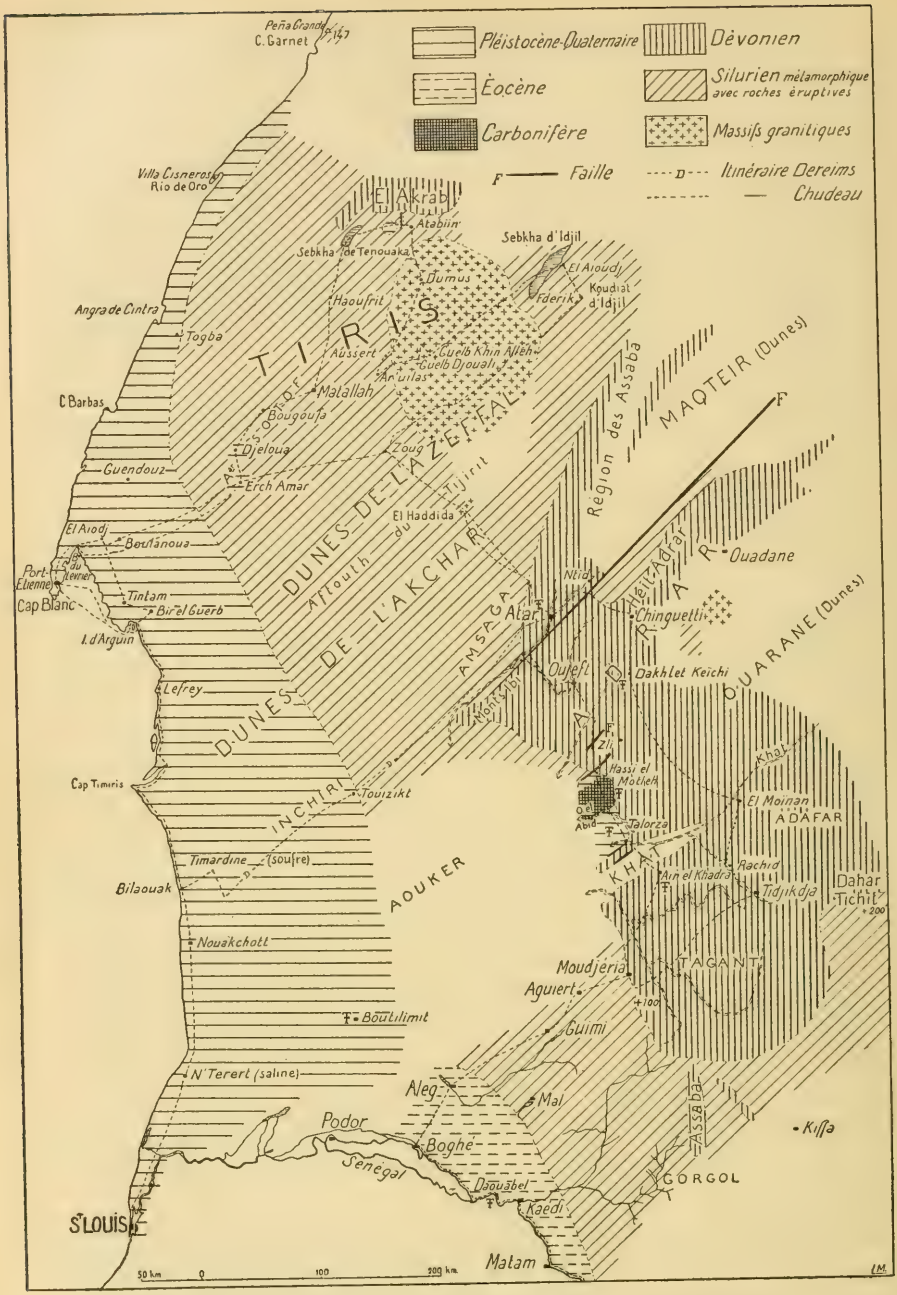


FIG. 6. — CARTE GÉOLOGIQUE DE LA MAURITANIE. — 1/6 000 000 env.

l'époque où les oueds de Mauritanie étaient actifs, ils se rattachaient au bassin du Sénégal [1]. L'étude des Poissons et surtout des Batraciens conduit à la même conclusion.

Les salines. — Les salines sont assez nombreuses en Mauritanie ; il en existe toute une série le long du littoral, où les seules importantes se trouvent soit dans le Trarza, soit au voisinage du cap Timiris (Taffouelli et Agneitir).

Celles du Trarza peuvent être classés en deux catégories.

Les premières se trouvent dans une plaine côtière, l'Aftouth, qui n'est séparée du rivage que par les dunes du Zbar. Cette plaine, très basse, fait partie de la zone d'inondation du Sénégal : en 1906, les eaux de la crue sont arrivées aux puits d'Idjer, à 30 km. au Sud de Nouakchott.

Les autres, situées un peu plus loin du littoral, dans les dunes du Draa, ne reçoivent plus que l'eau des pluies qui tombent au voisinage.

Dans les premières, où l'eau est abondante, il existe une couche de vase molle où l'on peut facilement faire pénétrer une perche jusqu'à une profondeur de 3 m. 50. Il se forme en général à la surface de ces sebkha, pendant la saison sèche, une couche de sel de 1 à 2 centimètres d'épaisseur qui ne peut avoir d'intérêt que pour les nomades du voisinage.

Dans les secondes, la vase est consistante et il existe du sel en barres ; seule la sebkha de N' Terert paraît en contenir une quantité suffisante pour attirer l'attention ; d'après les évaluations de G. Mère, elle contiendrait au moins 189 000 tonnes de beau sel en barres compactes [2].

Dans toutes ces salines, le sel est très pur.

A. Dereims a signalé au N.E. de Bilaouack, la sebkha de Timardine qui est par place une véritable fondrière, et qui contient de nombreux bancs ou lentilles de gypse, souvent transformés en soufre. Les indigènes l'ont exploité pour la fabrication de la poudre.

Toutes ces salines sont visiblement d'anciens étangs littoraux que le comblement progressif du golfe quaternaire a complètement isolés de l'Atlantique.

Plus à l'intérieur, de nombreuses sebkhas sont le centre de

1. L. Germain. Note sur les Mollusques de Mauritanie. *Bull. du Muséum*, 1911, n° 5, p. 315. — Pellegrin. Les Vertébrés aquatiques du Sahara. *CR. Ac. Sc.*, 13 nov. 1911, CLIII, p. 972.

2. G. Mère. Les salines du Trarza. *Bull. Comité Afr. Occ. Fr.*, juillet 1911, XXI, 7, p. 161-167.

bassins fermés, comparables aux chotts des hauts plateaux algériens.

Deux seulement méritent par leur étendue d'être mentionnées. Celle de Tenouaka contient du gypse et du sel, mais le sol y est très humide [1] et le sel n'y est pas aggloméré en bancs continus.

La sebkha d'Idjil mesure environ 30 km. du Nord au Sud, 10 à l'Est et à l'Ouest.

La surface exploitée actuellement n'atteint pas un are. J'ai pu relever, dans une tranchée fraîche, la coupe suivante :

5 Sable (0 m. 10) d'origine éolienne. Cette couche manque souvent; elle est fréquemment remplacée par une croûte de sel de 1 cm.
4 Argile verdâtre avec veinules de gypse (0,60).
3 Banc de sel (0,04).
2 Argile (0,02).
1 Banc de sel (0,10) actuellement exploité. Au-dessous reparaissent les argiles vertes très sèches [2].

L'exploitation a été jadis beaucoup plus importante ; il existe encore des traces de cases bâties en sel gemme indiquant une population assez nombreuse. En 1860, le capitaine Vincent évaluait à 20 000 charges de chameaux (2400 tonnes) la production moyenne annuelle de la saline. Les chiffres relatifs à 1910 et 1911, recueillis à Atar et à Chinguetti, indiquent actuellement une centaine de tonnes [3].

La sebkha d'Idjil est à la même altitude que les parties voisines du Tiris ; vers l'Ouest surtout, ses limites sont tout à fait indécises et il n'existe rien de semblable à la profonde dénivellation, à la véritable falaise que Quiroga a indiquée sur sa coupe du Rio de Oro. Les Maures ne voulaient pas laisser voir leurs salines et, avant la colonie de l'Adrar (1909), aucun européen, sauf peut-être autrefois les Portugais, n'a pu en approcher.

VI. — Séparation des Canaries et du Continent. — Un grand nombre de faits de géographie botanique ou zoologique montrent qu'à une époque récente les Canaries étaient réunies à l'Afrique [4];

1. Cette humidité est probablement en relation avec le voisinage immédiat des plateaux gréseux de l'Akchar.
2. D'après les renseignements indigènes, déjà recueillis par Vincent (*Tour du Monde*, 1861, III, p. 52), il y aurait 4 couches de sel exploitables.
3. Autrefois le sel d'Idjil, passant par Tichit, pénétrait à Nioro et dans les états bambara, au moins jusqu'à Ségou. Ce trafic est arrêté par la concurrence européenne : une barre de sel d'Idjil (25 kg.) vaut 5 fr. à Atar et 22 fr. à Nioro (en 1911). La même quantité de sel de Roumanie vaut 8 fr. à Tombouctou.
4. L. Germain. Sur l'Atlantide. *C. R. Ac. Sc.*, 20 nov. 1911, CLIII, p. 1035.

d'après L. Gentil, l'archipel se trouverait sur le prolongement des anticlinaux du cap R'ir et d'Agadir [1].

L'étude des oueds qui naissent dans l'Adrar Sotof, tout incomplète qu'elle soit, montre aussi que le tracé de la côte n'est pas vieux. Ces oueds descendent vers le Sud, parallèlement au rivage qu'ils suivent à distance assez faible et vont pour la plupart se perdre dans des sebkhas littorales voisines du cap Timiris, après un cours de 300 km. Ces oueds sont bien marqués ; leurs vallées sont limitées par des falaises hautes de 5 à 10 m. et qui n'ont pu se former qu'à une époque pluvieuse.

Ces falaises sont entaillées dans le plateau quaternaire formé de roches tendres pour la plupart ; l'on comprend mal que des phénomènes de capture n'aient pas ramené plus directement ces fleuves à l'Océan dont l'Adrar Sotof n'est distant que de 70 à 80 kilomètres ; aucun obstacle n'existe entre l'Adrar et l'Océan. Il semble que, seul, un changement notable dans le tracé des lignes de rivage puisse expliquer cette anomalie [2].

D'après L. Gentil (*l.c.*), le chenal qui sépare l'Archipel de l'Afrique serait pliocène supérieur ou quaternaire. On peut préciser davantage. L'existence d'*Helix Gruveli* L. Germ., au Cap Blanc et aux Canaries permet de croire que, pendant le Quaternaire ancien, la coupure ne s'était pas produite.

Une limite supérieure est donnée par le Néolithique ; les silex taillés, les débris de poteries, etc. sont très abondants au Sahara et constituent une série très homogène depuis le littoral mauritanien jusqu'à Bilma tout au moins [3]. Rien de semblable à cette industrie n'est connu dans l'Archipel canarien, bien exploré cependant à ce point de vue : la séparation existait quand les Berbères se sont installés en Mauritanie.

Sur la date précise du Néolithique saharien, on ne sait à peu près rien ; tous les débris ont toujours été trouvés en vrac sur le sol. Il est certain que ce Néolithique est plus récent que celui d'Europe et surtout qu'il n'a pris fin qu'il y a un petit nombre de siècles, en pleine période historique. Pour la question qui

1. L. Gentil. Sur la structure du Haut Atlas Marocain, *B.S. G. F.*, (4), X, 1910, p. 487.

2. L'Oued Zamel, qui passe à Togba, a un cours E.W.; il serait intéressant de savoir comment il aboutit à la mer, probablement dans le Sud du golfe Angra de Cintra, où les *Instructions nautiques* (p. 204) signalent un point d'eau.

3. Verneau. Les industries de l'âge de pierre saharien, in Foureau, Doc. scientifiques, Paris, 1905, p. 1106-1131, pl. xx-xxx. — Ethnographie ancienne de la Mauritanie, in Gruvel et Chudeau, A travers la Mauritanie occidentale, t. II, Paris, 1911, p. 363-383. — Mme B. Crova. Notice sur les instruments néolithiques de la presqu'île du Cap Blanc. *Bull. Soc. préhist. de Fr.*, 24 juillet 1909.

nous occupe, il importerait surtout de connaître la date de son début ; je n'ai trouvé jusqu'à présent qu'une seule indication importante[1].

On a recueilli dans un dolmen de l'Ardèche, une coquille de *Clavatula sacerdos* Rec. espèce du littoral africain, inconnue au Nord du cap Blanc ; les constructeurs de dolmen du Bourg-Saint-Andéol avaient des relations commerciales avec la Mauritanie, qui, vraisemblablement, était déjà peuplée par des races berbères.

1. L. Germain, Sur les Mollusques recueillis par L. Chiron dans les dolmens du département de l'Ardèche, *Ann. Soc. linnéenne de Lyon*, LVIII, 1911, p. 209-216.

Échinides du Nummulitique en Chalosse

par **Jean Cottreau**[1].

Planches V-VI.

M. Dubalen, conservateur du musée de Mont-de-Marsan, a bien voulu me communiquer un certain nombre d'Échinides du département des Landes, principalement de la Chalosse orientale. La plupart appartiennent aux espèces déjà décrites ; certaines d'entre elles sont néanmoins intéressantes, n'ayant pas encore été signalées dans cette région. Quelques-unes donnent lieu à des observations complémentaires, j'ai en outre à signaler une espèce nouvelle du genre *Cyclaster*.

Après avoir consulté principalement la Paléontologie française (Échinides éocènes), la Statistique géologique et agronomique du département des Landes, ainsi que divers autres travaux importants sur la Chalosse, il m'a paru bon de dresser tout d'abord la liste aussi complète que possible des Échinides du groupe Nummulitique en Chalosse. J'ai compris dans cette liste la région de Peyrehorade ainsi que les couches de Gaas. Elle a été complétée par les échantillons communiqués par M. Dubalen, je suis heureux de l'en remercier ici.

En ce qui concerne la stratigraphie et l'âge des couches du Nummulitique et de l'Oligocène inférieur, je prie le lecteur de se reporter aux travaux principaux indiqués à la fin de cette note, n'ayant pas eu l'occasion de visiter personnellement la région.

Liste par localités des Échinides du Nummulitique (Eocène et Oligocène inférieur) en Chalosse et dans la région de Peyrehorade[2]

Chalosse occidentale (arrondissement de Dax)

Angoumé. — *Cidaris subularis* d'Arch., Lutétien moyen ; *Porocidaris Schmiedeli* Münster, Lutétien moyen.

Benesse-les-Dax (gisement de *Lescoumères*). — *Cidaris subularis* d'Arch.

Biaudos (*Lesbarres*). — *Cidaris acicularis* d'Arch.

1. Note présentée à la séance du 18 décembre 1911.

2. Les espèces précédées du signe * m'ont été communiquées par M. Dubalen, recueillies par lui ou existant dans les collections du musée de Mont-de-Marsan.

Cagnotte (gisements de *Cazorditte*, *Bacheré*, *Gracian*). — *Porocidaris Schmiedeli* Münster ; *Cidaris* (*Cyathocidaris*) *crateriformis* Gümbel, Auversien ; *Cidaris subularis* d'Arch. Auversien; *Gagaria nummulitica* Cott., Auversien ; *Echinolampas ellipsoidalis* d'Arch., Auversien.

Cauneille (faussement orthographié *Canneille* in Paléontologie franc. Echin. éoc., p. 624). — *Echinanthus sopitianus* d'Arch., Éocène supérieur.

Dax (environs de) (sans indication de localité). — *Echinanthus Arnaudi* Cott., Éocène supérieur (vallon de Lespéron, Bartonien) ; *Macropneustes Meneghinii* Desor.

Gaas (et rive gauche du ruisseau entre *Haubardin* et *Loustaunaou*). — Rupélien, Sannoisien. *Cidaris attenuata* Cott.; *C. Taramellii* Cott.; *C. striatogranosa* d'Arch. ; *Porocidaris Schmiedeli* Münster ; *Echinocyamus piriformis* Ag. ; *Schizaster* sp., *Scutella Agassizi*[1] Oppenh.

Gamarde. — *Hemiaster* sp. (in Raulin).

Il s'agit probablement, soit d'un *Schizaster*, soit d'un *Opissaster*.

Gibret. — Lutétien supérieur. *Brissoides gibretensis* (*Euspatangus*) Tourn. *Schizaster Tournoueri* Cott. ; *S. Delbosi* Cott. ; *Echinocyamus affinis* Des Moul.

Goos (moulin de *Pelette*). — *Macropneustes Meneghinii* Desor.

Hastingues (Les échinides cités paraissent être particuliers à cette localité). — Lutétien inférieur, *Brissopsis Raulini* Cott. ; *Linthia Raulini* Cott. ; *L. Cotteaui* Tourn. ; *Schizaster globulus* Dames ; *Prenaster Desori* Cott. ; *Craterolampas Raulini* Cott.

Heugas. — *Cidaris subularis* d'Arch.

Louer (vallée du *Louts* et pont de *Louer*). — Éocène inférieur. *Plesiolampas*[2] *Michelini* (*Amblypygus*) Cott. ; *P. Heberti* (*Oriolampas*) Cott. ; *Cidaris subularis* d'Arch.

Lourquen. — *Echinocyamus piriformis* Ag.

Montfort-en-Chalosse. — Lutétien supérieur. *Macropneustes brissoides* Leske ; *Schizaster Delbosi* Cott. ; *S. rimosus* Desor ; *S. foveatus* Desor ; *Opissaster nux* (*Ditremaster*) Desor ; *O. Degrangei* (*Ditremaster*) Cott. ; *Cyclaster declivus* Cott. ; *Echinanthus Delbosi* Desor. ; *E. heptagonus* Grat. ; *E. Arnaudi* Cott. ; *Conoclypeus conoïdeus* Leske ; *Pygorhynchus Gauthieri* Cott. ; *Pericosmus elongatus* Cott.

Nousse. — Lutétien supérieur. *Echinanthus heptagonus* Grat. ; *Pericosmus elongatus* Cott. ; *Brissopsis elegans* d'Arch. ; *Schizaster rimosus* Desor.

1. *Scutella Agassizi* Oppenheim = *Scutella striatula* du calcaire à Astéries. La véritable *Scutella striatula* M. de Serres provient du Burdigalien de Boutonnet à Montpellier. Je prépare à ce sujet une fiche qui paraîtra dans *Palæontologia Universalis*.

2. M. J. Lambert a démontré l'identité des genres *Oriolampas* et *Plesiolampas*. Ce dernier seul doit être conservé, ayant la priorité. Voir J. Lambert. Note sur quelques Échinides de la Haute-Garonne. *B. S. G. F.*, (4), VIII, p. 363, 1908, et J. Lambert. Note sur quelques Échinides éocéniques de l'Aude et de l'Hérault, 1905.

Orthevielle. — * *Schizaster* sp. (fragments indéterminables spécifiquement).

Peyrehorade. — *Cidaris Tournoueri* Cott.

Poyanne. — *Trachyaster Raulini* Cott. Éocène supérieur.

Préchacq. — *Spatangus ornatus* (*Euspatangus*) Defr. ; *Schizaster foveatus* Desor ; *Echinanthus Desmoulinsi* Delbos ; *E. sopitianus* d'Arch. ; *Hypsopatagus Meneghinii* Desor.

Rivière-Saas. — *Cidaris* (*Cyathocidaris*) *crateriformis* Gumbel ; *Echinolampas ellipsoidalis* d'Arch.

Saint-Jean-de-Lier. — *Cidaris* sp.

Sainte-Marie-de-Gosse. — *Cidaris subularis* d'Arch. ; *Opissaster nux* (*Ditremaster*) Desor.

Saint-Martin-de-Seignaux (moulin de *Larroque*). — *Echinolampas ellipsoidalis* d'Arch.

Tercis (environs de). *Porocidaris Schmiedeli* Münster. ; **Macropneustes brissoides* Leske [1] ?

Chalosse orientale (*arrondissement de Saint-Sever*)

Bastennes. — *Pericosmus bastennensis* Tourn. Lutétien supérieur.

Brassempouy. — **Opissaster nux* (*Ditremaster*) Desor ; *Pericosmus complanatus* d'Arch.

Buanes (bois et moulin de *Baziou*). Lutétien inférieur. — *Cidaris pseudoserrata* Cott. **Brissoides* (*Euspatagus*) *Jacquoti* Cott. ; **Schizaster pyrenaicus* M.-Ch. ; *S. buanesensis* Cott. ; *Cassidulus Jacquoti* Cott. ; **C. Munieri* Cott. ; **Pygorhynchus Gauthieri* Cott. ; **Linthia* cf. *Bergeroni* Cott.

Caupenne (métairies du *Sartou* et de *Picas*). — Lutétien supérieur. *Macropneustes brissoides* Desor ; *Conoclypeus conoïdeus* Leske ; **Amblypygus Pellati* Cott. ; **Echinolampas ellipsoidalis* d'Arch. ; *E. biarritzensis* Cott. ; **Eolampas Toucasi* [2] (*Pseudopygaulus*) Cott. var. ; **Prenaster alpinus* Desor ; **Echinanthus* cf. *biarritzensis* Cott. ; **Schizaster rimosus* Desor ; **S. Delbosi* Cott. ; **Schizaster* sp. ; **Cyclaster declivus* Cott. ; **Pericosmus spatangoides* ; **Linthia subglobosa* Desor ; *Opissaster nux* (*Ditremaster*) Desor.

Coudures (*Le Lémia*, *Trabay*, *Lapêche*). — **Echinolampas Leymeriei* Cott. ; **Cyclaster* (*Brissopneustes*) *Dubaleni*, n. sp. Lutétien inférieur ; *Macropneustes brissoides* Leske.

Donzacq. — *Conoclypeus conoideus* Leske. Lutétien sup.

Horsarieu (*Pèdelay*). — **Sismondia marginalis* Des Moul. var. *tenuissima* (type extrême de cette variété).

Mugron. — **Scutella Agassizi* Oppenh. Oligocène inférieur.

1. *Macropneustes brissoides* a été recueilli par M. Dubalen à Tercis, mais parmi des matériaux d'empierrement.

2. M. J. Lambert a démontré la priorité du genre *Eolampas* Duncan et Sladen sur le genre *Pseudopygaulus* Coquand.

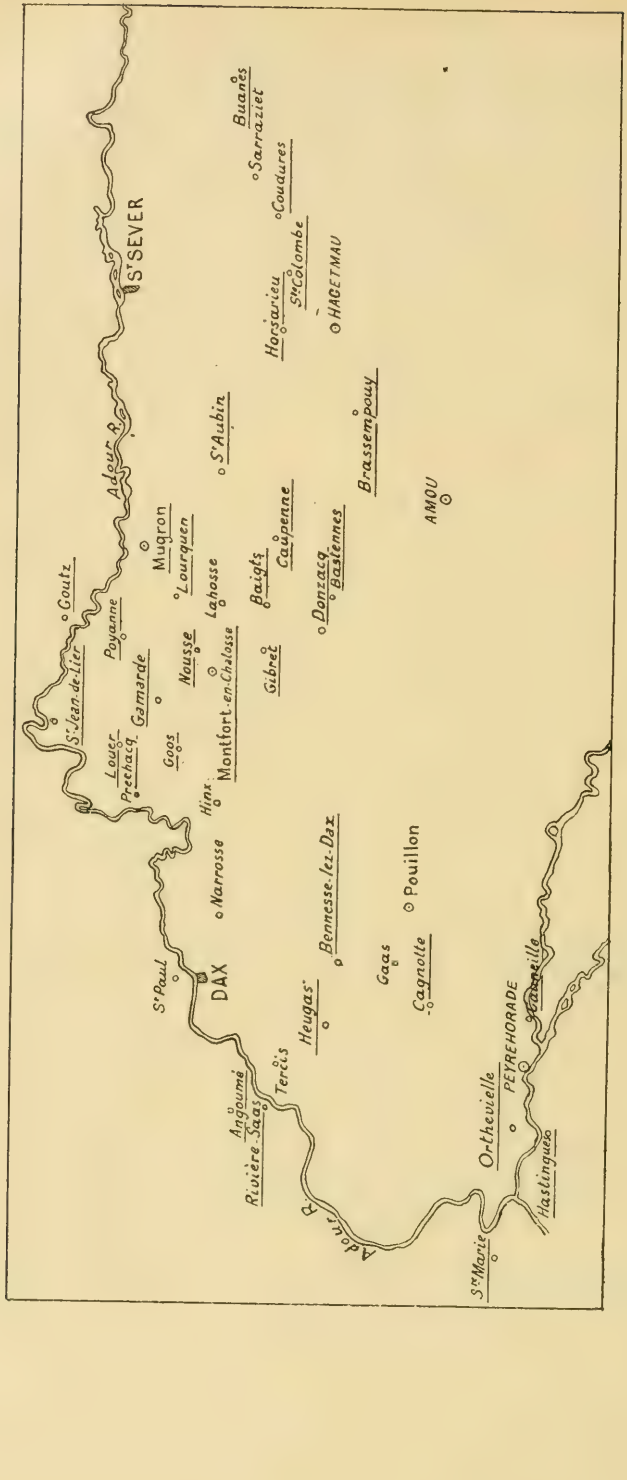


FIG. 1. — Carte indiquant l'emplacement des PRINCIPAUX GISEMENTS A ÉCHINIDES DU NUMMULITIQUE EN CHALOSSE ET DANS LA RÉGION DE PEYREHORADE.

Saint-Aubin (carrières de *Biélau*). — Éocène supérieur. **Psammechinus biarritzensis* Cott.; **Schizaster* sp.; **Echinocyamus biarritzensis* Cott.; **Scutellina* (*Porpitella*)[1] sp.

Sainte-Colombe. — *Macropneustes Heberti* Cott.; *M. tumidus* Cott.

Autres gisements cités :

Biholoup (près *Hastingues*) ? — *Echinanthus Heberti* Cott.; *Plesiolampas Heberti* Cott.

Saint-André-de-Hinx. — *Schizaster Leymeriei* Cott., près Saint-Martin de Hinx.

Tercis (vallon de *Lesperon*). — *Echinocyamus piriformis* Ag.; *Periaster Arnaudi* Tourn.; *Schizaster Bellardii* Ag.; *Hypsopatagus Meneghinii* Desor.

Récapitulation. — Sur les 57 espèces du groupe nummulitique en Chalosse et dans la région de Peyrehorade citées dans la liste précédente, 22 paraissent jusqu'ici être spéciales à cette région, 12 espèces se retrouvent dans l'Eocène de l'Aude et des Corbières et 18 ont été signalées des Basses-Pyrénées (Biarritz et environs de Bayonne). Un très petit nombre se rencontrent dans le bassin de la Gironde ; tels sont *Echinocyamus affinis* Des Moul., *Scutella Agassizi* Oppenh., *Echinanthus Desmoulinsi* Delbos.

Certaines localités sont remarquables par leur richesse en Échinides : il faut citer Hastingues, Montfort-en-Chalosse, Caupenne (métairie de Sartou). Les Echinides ont formé là de véritables colonies riches en espèces et en individus, sans doute parce qu'ils y ont trouvé des conditions particulièrement favorables à leur développement. D'après les renseignements fournis par M. Dubalen, les gisements de Buanes, Coudures (Lémia), Pèdelay en Horsarieu, Bièlau en Saint-Aubin appartiennent à la protubérance de Saint-Sever. Le gisement de Sartou en Caupenne appartient à la protubérance de Louer-Gamarde.

*
* *

Description d'un *Cyclaster* nouveau et observations sur quelques Echinides de la Chalosse orientale

Cyclaster (*Brissopneustes*) *Dubaleni* n. sp.

Pl. V, fig. 1-5.

Diamètre longitudinal		23 mm.
Diamètre transversal	Partie antérieure	17 mm.
	Partie postérieure	13 mm.
Hauteur		12 mm. 5

1. Cette *Porpitella*, dont M. Dubalen m'a communiqué un seul échantillon, paraît nouvelle, mais la face inférieure seule est bien conservée.

Cette espèce de petite taille et dont un seul échantillon a été trouvé est remarquable par l'allongement du test qui se rétrécit notablement à la partie postérieure.

La face supérieure est légèrement déclive antérieurement. A la partie postérieure se remarque une faible carène évidemment exagérée sur l'exemplaire, par suite d'une compression latérale.

La face inférieure est à peine légèrement bombée, presque plane : ses bords sont arrondis. Elle présente des tubercules assez bien développés, surtout aux abords du péristome, nettement crénelés, perforés et scrobiculés, avec granulation intermédiaire bien marquée. Tubercules et granulation deviennent, comme il est de règle, plus petits et beaucoup plus abondants sur la face supérieure où les tubercules sont noyés parmi de nombreux granules qui envahissent jusqu'aux cercles scrobiculaires (pl. V, fig. 4).

Le contour antérieur du test est arrondi sans aucune trace de sillon. La face postérieure légèrement déformée par compression est tronquée un peu obliquement.

L'appareil apical montre les trois pores génitaux typiques du genre *Cyclaster* disposés en triangle, deux à gauche, un à droite, entourés chacun d'un cercle distinct de granules.

La fasciole sous-anale est en forme d'anneau allongé (pl. V, fig. 5). Il n'y a pas de fasciole péripétale.

Les aires ambulacraires sont très faiblement creusées, l'ambulacre impair dans un faible sillon relativement assez large qui cesse à 5 mm. du bord antérieur. Les ambulacres pairs sont plus étroits et assez courts : les postérieurs mesurent 2 mm. de long tandis que les antérieurs mesurent 3 mm. et divergent un peu plus. La granulation fine et abondante qui couvre toute la face supérieure a également envahi les ambulacres, empêchant de distinguer avec netteté la disposition des pores qui sont disposés par paires.

Le péristome n'ayant pu être complètement dégagé, je ne peux préciser sa forme exacte. Il est situé à 6 mm. environ du bord antérieur.

Le périprocte longitudinalement ovale, acuminé vers le haut, s'ouvre au sommet de la face postérieure délimitée par une area granuleuse.

Rapports et différences. — Ce *Cyclaster*, par l'absence absolue de fasciole péripétale, appartient à la section des *Brissopneustes* d'abord élevée au rang de genre par Cotteau. En réalité, d'après Cotteau lui-même, *Brissopneustes* n'a même pas la valeur d'un

sous-genre, mais d'une simple section. — On sait, en effet, que le premier *Cyclaster* connu dans le Sénonien, *Cyclaster Munieri* SEUNES, présente une fasciole péripétale très nette, mais dès le Danien, puis dans l'Éocène, on rencontre, avec de véritables *Cyclaster*, des *Cyclaster* dont la fasciole péripétale est diffuse, visible sur une partie seulement ou même sans trace de fasciole péripétale : tels sont *Brissopneustes danicus* SCHLÜTER de la craie de la Baltique ; *Brissopneustes Villanovæ* COTTEAU de l'Éocène d'Alicante, *Cyclaster lucentinus* COTT., de l'Éocène de Callosa, *Brissopneustes Gourdoni* COTT. de l'Éocène d'Aragon.

Il n'y a donc pas lieu de comparer notre *Cyclaster* des Landes aux véritables *Cyclaster* s. str. à fasciole péripétale plus ou moins distincte.

Parmi les quatre espèces précitées, *Cyclaster lucentinus* COTT., dont la fasciole péripétale « paraît faire défaut, même dans la région postérieure [1] » se distingue immédiatement de notre espèce par ses dimensions beaucoup plus grandes, son aspect général plus robuste, ses ambulacres bien développés, son péristome plus éloigné du bord antérieur.

Cyclaster Gourdoni COTT. [2] du Nummulitique de l'Aragon qui a des « fascioles non distincts, remplacés par de très petits granules », de plus petite taille que le précédent est également fortement gibbeux, cylindrique et ses ambulacres pairs antérieurs sont fortement divergents. Il est donc aussi très différent.

Brissopneustes Villanovæ [3] COTT. de l'Éocène de Callosa (Alicante) se rapproche davantage de *Cyclaster Dubaleni* par sa forme un peu plus allongée ; toutefois il est encore plus renflé et ses aires ambulacraires plus larges sont à peu près égales.

L'espèce qui paraît de beaucoup la plus voisine du *Cyclaster* que je viens de décrire est *Brissopneustes danicus* SCHLÜTER provenant de la craie danienne de Faxoë [4], remarquable également par sa forme allongée, faiblement carénée postérieurement à la face supérieure. L'échantillon figuré par SCHLÜTER a d'ailleurs éprouvé une légère déformation. Il faut cependant noter que le périprocte paraît être transversal chez *Brissopneustes danicus* tan-

1. COTTEAU. Échinides éocènes de la province d'Alicante. *Mém. S. G. F.*, (3), V, p. 47-48 ; 1890.

2. COTTEAU. Échinides nouveaux ou peu connus (2e série), 6e article, p. 96 ; 1887.

3. COTTEAU. Échinides nouveaux ou peu connus (2e série), 5e article, p. 74 ; 1886.

4. C. SCHLÜTER. Ueber einige exocyclische Echiniden der baltischen Kreide und deren Bett. *Zeitschrift d. deuts. geol. Gess. in Berlin*, XLIX, p. 18 ; 1897.

dis qu'il est allongé longitudinalement chez *Cyclaster Dubaleni*. Dans l'ensemble, l'espèce des Landes est plus petite, plus étirée, elle paraît moins déprimée. Le péristome est plus rapproché du bord antérieur, l'appareil apical est moins excentrique en avant, les ambulacres sont encore moins développés, à peine distincts et les antérieurs paraissent moins divergents.

Ce sont assurément deux espèces différentes, mais cependant assez voisines et il est curieux de constater une ressemblance aussi marquée entre *Brissopneustes danicus* du Danien de la Baltique et *Cyclaster* (*Brissopneustes*) *Dubaleni* du Lutétien inférieur des Landes.

Niveau. — Lutétien inférieur (Marnes à *Xanthopsis*).

Localité. — Recueilli par M. Dubalen à qui je suis heureux de pouvoir dédier cette espèce, dans les marnes à *Xanthopsis* de Coudures (Landes). Ces marnes n'avaient pas encore fourni d'Échinides, du moins à Coudures.

Sismondia marginalis Des Moul. var. *tenuissima* Ag. (type extrême)

Pl. VI, fig. 14-31.

M. Dubalen a recueilli à Horsarieu-Pédelay (Landes) d'assez nombreux spécimens se rapportant à cette espèce qui, dans ce gisement, est exclusivement représentée par une forme remarquable qui peut représenter soit un type extrême de la variété *tenuissima*, soit une véritable mutation.

Dimensions d'échantillons de Pédelay, près Horsarieu.

	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
Diamètre longitudinal.....	27,5	23,5	23	20,5	14	10
Diamètre transversal.....	27,5	23,5	23	20	13,5	9,5
Hauteur.....	?	3,5	3	?	2	?
Épaisseur du bord antérieur..	?	1,5	1,5	?	?	?
Épaisseur du bord postérieur.	?	1	1	?	?	?

Au premier aspect ces échantillons ressemblent à des *Scutellina*, mais tous présentent le bourrelet caractéristique du genre *Sismondia*. Ce bourrelet est à peine sensible, il existe cependant : peu accusé, mais néanmoins bien marqué sur la bordure anté-

rieure, il s'atténue progressivement jusqu'à devenir tout à fait insensible sur le bord postérieur.

Le contour du test, subdécagonal chez les jeunes devient franchement décagonal dans la forme adulte. A la partie postérieure on remarque que les individus de grande taille offrent sur le côté du décagone un angle rentrant très net. Cette inflexion qui se trouve vis-à-vis du périprocte n'avait encore été signalée dans

Fig. 2. — *Sismondia marginalis* Des Moul. var. *tenuissima* Ag. (type extrême). Face inférieure grossie 3 fois. — Localité. Horsarieu-Pédelay (Landes).

aucune espèce du genre *Sismondia*. On sait, d'autre part, que plusieurs espèces de Scutelles ont une échancrure au bord postérieur correspondant au périprocte. Ici nous n'avons pas une échancrure se creusant brusquement, mais une inflexion très nette qui n'existe que sur ce côté du décagone.

Le périprocte est plus ou moins ovoïde, allongé longitudinalement : il est situé à la face inférieure, près du bord postérieur à 1 mm. environ de ce dernier chez les plus grands individus.

L'appareil apical est sub-central. Certains de ces *Sismondia* ont leurs ambulacres très sensiblement renflés et la partie pétaloïde assez courte se termine brusquement en même temps que le renflement du test (pl. VI, fig. 16, 18, 19, 21). D'autres échantillons sont beaucoup moins renflés et leurs ambulacres

pétaloïdes sont plus longs et effilés (pl. VI, fig. 14, 15, 17, 20, 29). Je considère que ces différences sont simplement sexuelles.

L'ornementation est différente suivant la face considérée. A la face supérieure chaque plaque porte plusieurs tubercules scrobiculés, perforés, disséminés au milieu de granulations très fines.

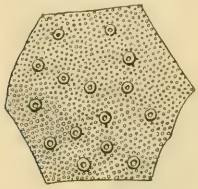


Fig. 3. — Plaque de la face supérieure de *Sismondia marginalis* Des Moul. var. *tenuissima* Ag. d'Horsarieu (très grossie).

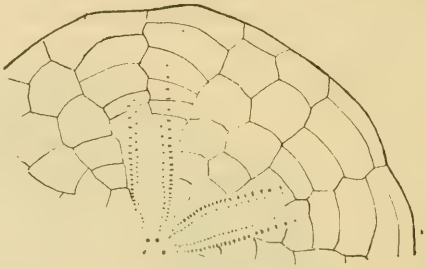


Fig. 4. — Disposition des plaques sur la face supérieure de *Sismondia marginalis* Des Moul. var. *tenuissima* Ag. de Pédelay-Horsarieu.

Les tubercules sont par contre très abondants et très rapprochés à la face inférieure, notamment à l'ambitus et près du péristome.

L'appareil apical est sub-central. La disposition des aires ambulacraires est conforme à la description donnée par Cotteau dans la Paléontologie française (Échinides éocènes, p. 268). J'ajouterai qu'on remarque à la face inférieure, notamment autour du péristome, de très nombreux et minuscules pores ambulacraires qui se multiplient abondamment sans aucun ordre apparent.

Rapports et différences. — *Sismondia marginalis* Desm. *var. tenuissima* Ag. appartient à un groupe de *Sismondia* tout à fait aberrant des espèces typiques du genre (*Sismondia Occitana* par exemple). Ce groupe comprend un nombre très réduit d'espèces à face supérieure très amincie sur les bords et à pores inégaux, parmi lesquelles on ne peut guère citer, outre *Sismondia marginalis* var. *tenuissima*, que *Sismondia gracilis* Cott. Ces espèces paraissent être des formes de passage entre les *Sismondia* et les *Scutellina*.

Niveau. — Le niveau exact de ce type extrême de *Sismondia marginalis* var. *tenuissima* n'est pas encore précisé. M. Vasseur a étudié la faune qui les accompagne et nous fera connaître prochainement le résultat de cette étude. Je me borne à constater ici qu'il s'agit d'un type extrême qui appartient sûrement au Lutétien supérieur. Jusqu'ici le genre *Sismondia* ne dépasse pas

l'Éocène. Je dois noter toutefois que M. Dubalen incline à considérer ces couches comme synchroniques de celles de Gaas : dans ce cas, ce type extrême serait une véritable mutation d'un type qui aurait persisté jusque dans l'Oligocène inférieur.

Localité. — Recueilli par M. Dubalen dans des couches de falun à Pédelay, commune d'Horsarieu (Landes).

Cassidulus Munieri Cotteau

Pl. V, fig. 6-11.

1886. *Cassidulus Dubaleni* Mun.-Chalmas. Sur l'existence de l'Éocène inférieur dans la Chalosse et sur la position des couches de Bos d'Arros. *C. R. Ac. Sc.*, 31 mai 1886.

1888. *Cassidulus Dubaleni* M.-Ch. in Jacquot et Raulin. Statistique géologique et agronomique du département des Landes, 2e partie. Nummulitique.

1888. *Cassidulus Munieri* Cott. Paléontologie française. Échinides éocènes. I, p. 514, pl. cxl, fig 6-10.

1894. *Cassidulus Dubaleni* M.-Ch. in L. Reyt. Succession des assises tertiaires inférieures sur le pourtour de la protubérance crétacée de Saint-Sever. *C. R. Ac. Sc.*, 10 décembre 1894.

En 1886, Munier-Chalmas donne à cette espèce le nom de *Cassidulus Dubaleni*, mais sans description ni figures. Deux ans plus tard Cotteau publie et figure dans la Paléontologie française cette même espèce sous le nom de *Cassidulus Munieri*. Malgré la priorité du nom donné par Munier, seul le nom donné postérieurement par Cotteau doit être conservé, l'espèce ayant été décrite et figurée par Cotteau. Cet oubli de la part du savant échinologiste est d'ailleurs inexplicable ; il ne donne aucune synonymie en tête de son *Cassidulus Munieri* ou plutôt il donne par erreur en synonymie le *Cassidulus Sorigneti*. Autre oubli dans la Paléontologie française : Cotteau ne cite plus *Cassidulus Jacquoti* Cott. Cette espèce provenant également de Buanes avait été décrite et figurée dans la première série de ses Échinides nouveaux ou peu connus[1]. Je n'ai pu d'ailleurs, malgré mes recherches dans les collections de l'École des Mines et de la Sorbonne, retrouver les types de ces deux espèces. Néanmoins la description et les figures données par Cotteau ne laissent aucun doute sur l'identité de *Cassidulus Munieri* Cott. et les échantillons de *Cassidulus Dubaleni* Mun.-Chalm. figurés planche V, figures 6-11 qui m'ont été communiqués, étiquetés sous ce nom par M. Dubalen lui-même.

Les deux échantillons figurés dans cette note sont parmi les

1. *Cassidulus Jacquoti* Cott. paraît d'ailleurs bien différent du *Cassidulus Munieri* Cott. quoique provenant de la même localité.

meilleurs de ceux qui m'ont été communiqués. Ils sont tous deux très fortement usés : le test manque en grande partie à la face supérieure de l'un d'eux, qui diffère légèrement de la forme normale par sa forme générale plus allongée sans élargissement bien sensible de la partie postérieure.

Dimensions des deux échantillons figurés :

	Échantillon allongé	Forme normale
Diamètre longitudinal.....	35 mm.	33 mm.
Diamètre transversal (mesuré au tiers postérieur).....	24 mm. 5	27 mm. env.
Hauteur.....	12 mm. 5	13 mm.

Je ne peux que renvoyer à l'excellente description de *Cassidulus Munieri* Cott.[1], je ferai en outre remarquer que, chez cette espèce, les variations portent sur la forme générale allongée ou dilatée à la partie postérieure en même temps que sur le sillon anal plus ou moins large qui remonte plus ou moins haut. De plus, chez les *Cassidulus* typiques, la face inférieure est subplane[2] et la bande lisse qui s'étend entre le péristome et le bord postérieur est bien nette. Ici la face inférieure est nettement concave et on ne remarque aucunement la bande lisse dépourvue de gros tubercules. Cotteau a déjà montré l'importance secondaire de cette bande lisse chez les *Echinolampas* existant ou disparaissant dans une même espèce, *Echinolampas similis* par exemple. Il semble qu'il en est de même pour le genre *Cassidulus* où ce caractère aurait également une importance secondaire.

Niveau. — Lutétien inférieur.

Localité. — Cotteau avait indiqué cette espèce comme très rare, provenant de la Chalosse. M. Dubalen en a recueilli plusieurs échantillons au bois de Baziou, près Buanes (arrondissement de Saint-Sever).

Echinolampas Leymeriei Cott.

(Pl. VI ; fig. 12-13).

Il m'a paru intéressant de figurer un échantillon jeune en parfait état de conservation qui est d'ailleurs le seul exemplaire se rapportant à cette espèce parmi ceux communiqués. On remarquera que la partie postérieure nettement rétrécie n'est pas acuminée comme dans la figure donnée dans la Paléontologie

1. Cotteau. Paléontologie française. Échinides éocènes, I, p. 514, pl. 140, fig. 6-10.

2. La face inférieure concave s'observe cependant chez quelques *Cassidulus* dès le Danien.

française (pl. 227, fig. 5), mais il s'agit ici d'un individu non adulte et de plus Cotteau a déjà insisté sur la variabilité très grande de cette espèce citée seulement dans l'Eocène de l'Aude.

Niveau. — Lutétien.

Localité. — Coudures (Le Lémia) (Landes).

Brissoides Jacquoti (*Euspatangus*) Cott.

1885. *Euspatangus Jacquoti* Cott. Paléontologie française. Échinides éocènes, I, p. 67, pl. xvii, fig. 1-5.

1886. *Maretia Jacquoti* Cott. in Jacquot et Munier-Chalmas. Sur l'existence de l'Éocène inférieur dans la Chalosse et sur la position des couches de Bos d'Arros. *C. R. Ac. Sc.*, 31 mai 1886.

1894. *Maretia Jacquoti* Cott. in L. Reyt. Succession des assises tertiaires inférieures sur le pourtour de la protubérance crétacée de Saint-Sever. *CR. Ac. Sc.*, 10 décembre 1894.

1908. *Hypsopatagus Jacquoti* Cott. in J. Lambert. Notes sur quelques Échinides de la Haute-Garonne. *B. S. G. F.*, (4), VIII, p. 369.

Je n'ai rien à ajouter à la diagnose de la Paléontologie française, concernant cette espèce; je ferai seulement remarquer que Cotteau l'avait considérée comme étant du genre *Euspatangus*[1] avec un point de doute. L'année suivante Munier-Chalmas la rangeait parmi les *Maretia* et récemment M. J. Lambert en a fait un *Hypsopatagus*. Les échantillons de Buanes communiqués par M. Dubalen ainsi que ceux de même provenance conservés au laboratoire de géologie de la Sorbonne sont tous plus ou moins frustes et notamment les fascioles restent invisibles, ce qui explique que cette espèce ait pu être attribuée à des genres différents.

Toutefois il est bien certain que l'interambulacre postérieur ne porte pas de gros tubercules, ce qui exclut, à mon avis, le genre *Hypsopatagus* tel que l'a défini Pomel en 1883. Ces gros tubercules nettement crénelés et perforés sont assez abondamment disséminés de façon irrégulière sur tous les autres interambulacres jusqu'à l'ambitus : ils sont scrobiculés, mais peu profondément. De plus les pores ne sont pas oblitérés dans les ambulacres antérieurs, ils sont disposés par paires transversales et bien distincts jusque près de l'apex.

Par l'absence, sinon certaine, tout au moins probable, de fascioles, cette espèce paraît bien appartenir au genre *Maretia*, mais il convient de remarquer que les gros tubercules peu profondément scrobiculés, disséminés sur la face supérieure jusqu'à

1. *Euspatangus* Ag. = *Brissoides* Klein qui doit lui être substitué pour cause de priorité ainsi que l'a démontré M. J. Lambert. Voir : Description des Échinides fossiles de la province de Barcelone. *Mém. S. G. F.*, n° 24, p. 48, 1902.

l'ambitus, exception faite de l'interambulacre postérieur, ainsi que les pores des ambulacres pairs non oblitérés, sont particuliers au genre *Brissoides* Klein = *Euspatangus* Ag.

Le mélange des caractères qui peut faire considérer cette espèce, soit comme un *Brissoides* dépourvu probablement de fascioles, soit comme un *Maretia* à tubercules et ambulacres de *Brissoides*, nous montre combien ces deux genres sont voisins. Cette espèce par ses caractères mixtes est donc fort intéressante et il serait désirable de pouvoir en recueillir des échantillons moins usés.

Niveau. — Calcaire à Miliolites. Lutétien inférieur.

Localité. — Buanes, près Saint-Sever (bois de Baziou).

*
* *

CONCLUSION

La faune d'Échinides du Nummulitique en Chalosse est intéressante par comparaison avec les régions avoisinantes. Un grand nombre des espèces sont communes avec les environs de Bayonne et Biarritz. Fait plus remarquable, douze espèces se rencontrent également dans les couches synchroniques de l'Aude et des Corbières. Par contre, à part quelques très rares espèces, la faune d'Échinides de Chalosse est bien différente de celle qui vivait à la même époque dans le bassin de Bordeaux, ce qui doit être attribué à la différence des conditions de milieu et de profondeur des dépôts. Il convient encore de remarquer qu'en majeure partie les espèces citées sont inconnues ailleurs, cantonnées en Chalosse dans certains gisements où les Échinides dominent et constituent des espèces spéciales.

*
* *

Liste des principaux travaux où se trouvent cités des Échinides du groupe nummulitique en Chalosse et dans la région de Peyrehorade

d'Archiac. Description des fossiles des environs de Bayonne. *Mém. S. G. F.*, (2), II, p. 201-206 ; 1846.

Cotteau. Échinides fossiles des Pyrénées. *Congrès scientif. de France*, 28e session, III ; 1863.

Cotteau. Échinides nouveaux ou peu connus, 1e série, 1858-1880 et 2e série, 1882-1893.

Cotteau. Échinides éocènes in Paléontologie française, 1885-1894.

Delbos, Note géologique sur les terrains du bassin de l'Adour. *B. S. G. F.*, (2) IV, p. 716-717 ; 1847.

Delbos. Essai d'une description géologique du bassin de l'Adour; 1854.

Douvillé (Henri). Le terrain nummulitique du bassin de l'Adour. *B. S. G. F.*, (4), V, p. 39-51 ; 1905.

Grateloup. Mémoire de Géo-Zoologie sur les Oursins fossiles (Échinides) qui se rencontrent dans les terrains calcaires des environs de Dax (Landes) ; 1836.

Haug. (E.). Traité de Géologie. Partie II, fasc. III, p. 1463-1464 ; 1911.

Hébert. Sur le groupe nummulitique du Midi de la France. *B. S. G. F.*, (3), X; 1881-1882.

Hébert. Sur les calcaires à *Oriolampas Michelini* du Midi de la France. *B. S, G. F.*, (3), X.

Jacquot et Munier-Chalmas. Sur l'existence de l'Éocène inférieur dans la Chalosse et sur la position des couches de Bos-d'Arros. *C. R. Ac. Sc.* ; 31 mai 1886.

Jacquot et Raulin. Statistique géologique et agronomique du département des Landes. 1re et 2e partie ; 1874 et 1888.

Lapparent (de). Traité de Géologie, 5e édition, p. 1509, 1522, 1555, 1556 ; 1906.

Raulin (V.). Statistique géologique et agronomique du département des Landes, 3e partie ; 1897.

Reyt (L.). Succession des assises tertiaires inférieures sur le pourtour de la protubérance crétacée de Saint-Sever. *C. R. Ac. Sc.*, 10 décembre 1894.

Tournouër (R.). Note sur la présence des Nummulites dans l'étage à *Natica crassatina* du bassin de l'Adour. *B. S. G. F.*, (2), XX, p. 649 ; 1863.

Tournouër (R.). Observations sur la communication de M. Bayan. *B. S. G. F.*, (2), XXVII, p. 508 ; 1870.

Les Bryozoaires fossiles des terrains du Sud-Ouest de la France

par **F. Canu**[1].

Planches VII-VIII.

VI. Bartonien (*suite*)[2].

Retepora Ferussaci Michelin, 1844

Pl. VII, fig. 4-5.

1844. *Retepora Ferussaci* Michelin. Icon. zooph., p. 172, pl. 46, fig. 20.
1847. *Retepora Ferussaci* d'Archiac. Coll. Pratt, *loc. cit.*, p. 411, pl. 9, fig. 4.

Fig. 1. — *Retepora Ferussaci* var. d'Archiac. École des Mines. × 23,5.

La figure de Michelin représente un spécimen qui n'a jamais été trouvé dans le Bassin de Paris. La figure de d'Archiac est un peu restaurée. L'original de l'École des Mines est médiocrement conservé. Il porte comme étiquette : *Retepora Ferussaci* var., sans indication exacte de niveau. Nous donnons ci-contre un grossissement de la meilleure portion (fig. 1).

Cette espèce paraît être très originale ; mais nous ne pouvons guère nous faire une idée de sa constitution. Elle vivait en compagnie de *Entalophora proboscidea* M.-Edw.

Localité. — Biarritz (École des Mines).

Retepora tuberculata Reuss, 1869

Pl. VII, fig. 13-14.

1869. *Retepora tuberculata* Reuss. « Alpen ». *Sitz. k. Ak. Wiss.*, LVIII, p. 55, pl. 31, fig. 8-9.

1. Note présentée à la séance du 18 décembre 1911.
2. Voir : *B. S. G. F.*, (4), VI, p. 510 et suivantes ; VIII, 1908, p. 382 et suivantes : IX, 1909, p. 442 et suivantes ; X, 1910, p. 840 et suiv.
Pour la Bibliographie relative à cette sixième partie, voir *B. S. G. F.*, (4), 1910, p. 841.

1891. *Retepora tuberculata* Waters. North.-It. *Q. J. G. S.*, XLVII, p. 23.
1896. *Retepora tuberculata* Pergens. Buda. *Bull. Soc. belge Géol.*, X, p. 368.

Variations. — C'est une espèce très curieuse. Le zoarium n'est pas toujours réticulé ; les parties les plus jeunes sont simplement arborescentes ; c'est le cas de notre figure.

Sur la face dorsale les vibices [1] ne sont visibles que sur les spécimens réticulés ; ils sont peu saillants et peu constants.

Le pore frontal, signalé par Reuss et visible aussi sur notre figure, s'obstrue très facilement ; sur la plupart des spécimens il est difficile de le découvrir.

Localité. — Lutécien supérieur de Biarritz (coll. Canu). Auversien de Biarritz (coll. Canu).

Distribution géologique. — Priabonien du Vicentin (Reuss, Waters) et de Bude (Pergens).

Retepora vibicata Goldfuss, 1827.

1827. *Retepora vibicata* Goldfuss. Petref. Germ., I, p. 103, pl. 36, fig. 18.
1846. *Retepora vibicata* d'Archiac. Thorent, *loc. cit.*, p. 196.
1863. *Retepora vibicata* Ad. Roemer. Polyp. Nordd. Tert.-Geb. *Palæontographica*, IX, p. 27.
1864. *Retepora vibicata* Reuss. Deutschen Oberoligocäns. *Sitz. k. Ak. Wiss*, I, p. 662, pl. 10, fig. 8.
1884. *Retepora vibicata* Schreiber. Mittelolig. Magdeburg, p. 5, pl. 1, fig. 5.

Je n'ai pas retrouvé à l'École des Mines les spécimens de d'Archiac. Au Muséum, sous le nom de *R. biarritziana*, il y a des spécimens qui paraissent se rapporter à cette espèce, surtout par les caractères de la dorsale ; ils sont catalogués sous les numéros 8 273, 8 274, 8 275, mais ils ne sont pas décrits dans la Paléontologie française.

Localité. — Auversien de Biarritz. Lutécien supérieur de Biarritz (d'Arch.).

Distribution géologique. — Stampien et Aquitanien d'Allemagne.

? *Retepora simplex* Busk. 1859

Pl. VII, fig. 1-2.

1859. *Retepora simplex* Busk. Crag Polyzoa, p. 76, pl. xii, fig. 3.

L'espèce n'est pas rare. Cependant je n'ai pas encore trouvé de

1. Les *vibices* sont des rides saillantes parcourant la dorsale des zoaria reteporoïdes et sans aucun rapport avec les zoécies.

bons spécimens pouvant me permettre une détermination rigoureuse. Ses affinités sont surtout avec le *R. simplex* Busk.

Localité. — Lutécien supérieur et Auversien de Biarritz (coll. Canu).

Fig. 2. — *Myriozoum.* Auversien de Biarritz. Coll. Canu. × 23,5.

Myriozoum n. sp.

Je n'ai trouvé que le seul spécimen figuré. Il est formé de deux zoécies et ne permet pas une description détaillée. Mais il était intéressant de le signaler, car le genre *Myriozoum* n'avait pas encore été signalé aussi bas (fig. 2).

Localité. — Auversien de Biarritz (coll. Canu).

Osthimosia coronopus S. Wood, 1859

Pl. VII, fig. 3.

1859. *Cellepora tubigera* Busk. Crag Polyzoa, p. 64, pl. ix, fig. 8.

1889. *Cellepora coronopus* Jelly. A synonymic Catalogue, London, 8°, p. 48 (Bibliographie générale).

J'ai découvert cette espèce à l'École des Mines ; elle était étiquetée « *spongia* ». C'est un zoarium assez gros d'une espèce très connue et très cosmopolite. Il se rapporte rigoureusement à la figure 8 de Busk (*C. tubigera*). Quelques zoécies seulement sont bien conservées ; mais elles sont suffisantes pour qu'il n'y ait aucun doute sur la détermination (fig. 3).

Cette espèce n'a pas encore été signalée dans l'Oligocène.

Localité. — Biarritz (École des Mines).

Distribution géologique. — Partout dans le Miocène et le Pliocène d'Europe.

Habitat. — Atlantique et Méditerranée.

Fig. 3. — *Osthimosia coronopus* Busk. Zoarium grandeur naturelle. École des Mines.

Crisia Corbini Canu, 1909

Pl. VII, fig. 16-17.

1909. *Crisia Corbini* F. Canu. Paris, *loc. cit.*, IV, p. 104, pl. xii, fig. 6-11.

Par les mesures et par l'aspect ces petits fragments paraissent se rapporter à l'espèce lutécienne précitée. A vrai dire elle est intermédiaire entre cette dernière et *Crisia Hörnesi* Reuss.

Dans ce groupe de Crisies, la largeur zoariale est plus grande que la distance des orifices.

Localité. — Auversien de Biarritz (coll. Canu).

Stomatopora granulata Milne-Edwards, 1838

Pl. VII, fig. 6.

1908. *Stomatopora granulata* Canu, Sud-Ouest, *loc. cit.*, VIII, p. 382.

J'ai trouvé cette espèce sur un spécimen de *Lunulites androsaces.*

Localité. — Biarritz (École des Mines). J'ai déjà signalé la même espèce dans le Lutécien de Gibret.

Entalophora pulchella Reuss, 1869

Pl. VII, fig. 9.

1869. *Spiropora pulchella* Reuss. Tert. Alpen, *loc. cit.*, p. 75, XXXVI, fig. 45.
1908. *Spiropora pulchella* Beutler. Beitrag zur kenntnis der Bryozoen fauna der älteren Tertiärschichten des südlichen Bayern. Cyclostomata, *Palæontographica*, LIX, p. 216.

Variations. — Les zoécies et le péristome mesurent 0,15 ; l'orifice est de 0,08.

Les zoécies sont régulières, très écartées, jamais rétrécies en arrière. Elles sont distribuées en quinconce irrégulier, ou bien en vagues séries annulaires comme dans notre figure.

La plus grande confusion règne dans la synonymie de cette espèce, et il convient d'attendre encore pour connaître la véritable extension géologique.

Localité. — Auversien de Biarritz (coll. Canu).

Distribution géologique. — Lutécien de Bavière (Beutler). Priabonien du Vicentin (Reuss).

Entalophora macrostoma Milne-Edwards, 1838

1908. *Entalophora macrostoma* F. Canu. Sud-Ouest, *loc. cit.*, VIII, p. 383.

Localité. — Auversien de Biarritz (coll. Canu). Je l'ai déjà signalé dans le Lutécien de Saint-Jean-de-Verges.

Filisparsa Thorenti Michelin, 1846

Pl. VII, fig. 7-8.

1846. *Diastopora Thorenti* Michelin. Icon. Zooph., p. 278, pl. 63, fig. 15.
1847. *Diastopora Thorenti* d'Archiac. Coll. Pratt, *loc. cit.*, p. 406.

L'original de la figure de Michelin est à l'École des Mines. Elle n'est pas très exacte et, tout en la reproduisant, nous croyons devoir donner une image à un plus fort grossissement (fig. 4).

Localité. — Biarritz (École des Mines).

Fig. 4 — *Filisparsa Thorenti* Michelin. Ecole des Mines. × 13,5.

Entalophora Geinitzi Beutler, 1908

Pl. VII, fig. 15.

1908. *Entalophora Geinitzi* Beutler. Beitrag zur Kenntnis der Bryozoenfauna der älteren Tertiärschichten des südlichen Bayern, Cyclostomata : *Palæontographica*, LIX, p. 215, pl. xxiii, fig. 4.

Cette espèce est remarquable par la saillie des péristomes qui mesurent 0,10-0,12, alors que l'orifice n'en mesure que 0,06. Elle se différencie nettement de *E. macrostoma* M.-Edw., dont les zoécies plus grandes se groupent souvent en peripora. Les orifices sont beaucoup plus serrés que sur *E. pulchella* Reuss. et les zoécies sont invisibles.

Beutler assimile ses exemplaires à *E. Geinitzi* Reuss, qui vivait dans le Crétacé. Je ne suis pas certain de cette identification.

Localité. — Auversien de Biarritz (coll. Canu).

Distribution géologique. — Lutécien de Bavière.

Entalophora proboscidea Milne-Edwards, 1838

1906. *Entalophora proboscidea*. F. Canu. Sud-Ouest, *loc. cit.*, VI, p. 518, VIII, p. 383, pl. vii, fig. 17.

Localités. — Lutécien supérieur de Biarritz (coll. Canu). Auversien de Biarritz (coll. Canu). Je l'ai déjà signalé du Lutécien de Gibret et de Baigts et de l'Aquitanien de Sarcignan-Madère.

Habitat. — C'est une espèce des profondeurs. Elle a été observée de 40 à 330 mètres ; elle paraît avoir son plus grand développement vers 100 mètres. Elle vit encore dans le golfe de Gascogne (Fischer) et aux environs de l'île de Ré (d'Orbigny).

Filisparsa Labati d'Archiac, 1846

Pl. VII, fig. 10-11-12.

1846. *Pustulopora Labati* d'Archiac. Coll. Thorent, *loc. cit.*, p. 195, pl. v, fig. 10.

Fig. 5. — *Filisparsa Labati* d'Archiac. Lutécien supérieur de la Goureppe. École des Mines. × 3.

1846. *Ceriopora sublævigata* d'Archiac. Coll. Thorent, *loc. cit.*, p. 194, pl. v, fig. 8.

1847. *Diastopora Labati* D'ARCHIAC. Coll. Pratt, *loc. cit.*, p. 406.
1847. *Heteropora rugosa* D'ARCHIAC. Coll. Pratt, *loc. cit.*, p. 407, pl. VIII, fig. 18.

Affinités. — D'Archiac s'est totalement trompé sur la nature de ce fossile. C'est un *Filisparsa* très particulier. De plus, pour les spécimens qui, sur la gangue, se présentaient par la face dorsale, il a créé une autre espèce *Heteropora rugosa* absolument inutile.

La figure 10 de la planche V est parfaitement exacte : nous la reproduisons. C'est la restauration d'un magnifique spécimen conservé à l'École des Mines et dont je donne ici la photographie au grossissement de trois fois.

La face dorsale est très différente de celle des *Filisparsa* typiques. Elle est finement poreuse et porte une multitude de petites saillies acuminées qui n'ont pas encore été observées dans les diverses espèces du même genre.

Localités. — Lutécien supérieur de Biarritz (coll. Canu), du Rocher du Goulet (d'Archiac). Auversien de Biarritz (coll. Canu) où il est assez commun.

A l'École des Mines, l'étiquette de *Ceriopora sublævigata* porte : « *au Sud du Moulin, la Moulie (Sopite) entre Biarritz et Bidart.* »

FILISPARSA VARIANS REUSS, 1847

1908. *Filisparsa varians* CANU. Sud-Ouest, *loc. cit.*, VIII, p. 384.

Localités. — Auversien de Biarritz (coll. Canu). Je l'ai déjà signalé de Gibret.

Il existe aussi dans le Lutécien bavarois.

IDMONEA CORONOPUS MILNE-EDWARDS, 1838

1847. *Idmonea trapezoides* D'ARCHIAC. Coll. Pratt, *loc. cit.*, p. 408, pl. VIII, fig. 23.
1908. *Idmonea coronopus.* F. CANU. Sud-Ouest, *loc. cit.*, VIII, p. 385.

L'original de l'École des Mines ne correspond pas du tout à la figure de d'Archiac : c'est *Idmonea petri* très médiocrement conservé. Le véritable type est évidemment perdu. L'espèce figurée est *Idmonea coronopus* MILNE-EDWARDS, sans aucun doute.

Localités. — Auversien de Biarritz (coll. Canu, Ecole des Mines). Nous l'avons déjà signalé dans le Lutécien de Gibret, Baigts, Saint-Jean-de-Verges, Couiza, Bruges.

Idmonea milneana d'Orbigny, 1839

1908. *Idmonea milneana* F. Canu. Sud-Ouest, *loc. cit.*, VIII, p. 386, pl. vii, fig. 16.

Variations. — Les jeunes rameaux de cette espèce n'ont pas les lignées transverses et alternes caractéristiques du genre ; ils ressemblent à des *Filisparsa*. Le cas est assez fréquent à Biarritz et nous figurons ici un tel rameau admirablement conservé.

Localités. — Lutécien supérieur de Biarritz (coll. Canu). Auversien de Biarritz (coll. Canu). Je l'ai déjà signalé dans le Lutécien de Baigts, de Bruges et de Gibret.

Fig. 6. — *Idmonea milneana* d'Orbigny. Jeune rameau. — × 23,5. Auversien de Biarritz. Coll. Canu.

Idmonea carinata Römer, 1841

Pl. VIII, fig. 5-6-7.

1908. *Idmonea carinata* F. Canu. Sud-Ouest, *loc.cit.*, VIII, p. 385.

Nos spécimens sont médiocrement conservés. Je n'ai jamais eu la chance de trouver cette espèce dans les localités classiques. Il se pourrait donc que ma détermination ne fût pas exacte. Mais les figures données permettront toujours de rétablir la synonymie.

Localités. — Auversien de Biarritz (coll. Canu). Je l'ai déjà signalé dans le Lutécien de Gibret et de Baigts.

Idmonea pseudodisticha Schafhäutl, 1863

Pl. VIII, fig. 3-4.

1863. *Idmonea pseudodisticha* Schafhautl. Süb. *Lethaea geognostica*, Leipzig, p. 46, pl. ii, fig. 4.
1908. *Idmonea pseudodisticha* Beutler. Beitrag zur Kenntnis der Bryozoenfauna der älteren Tertiärschichten des südlichen Bayern. *Palæontographica*, LIX, p. 225.

Affinités. — Nous avons plusieurs spécimens de cette jolie petite espèce. Elle est caractérisée par sa coupe transversale qui est plus large que haute. Les dimensions sont simplement plus petites que celles de *Idmonea disticha* Goldfuss.

	I. pseudodisticha	*I. disticha*
Largeur zoéciale	0,085	0,20
Écartement des lignées	0,42 — 0,51	0,53 — 0,66

Localité. — Auversien de Biarritz (coll. Canu).

Idmonea petri d'Archiac, 1846

Pl. VIII, fig. 1-2 et 10-11.

1846. *Idmonea petri* d'Archiac. Coll. Thorent, *loc. cit.*, p. 195, pl. v, fig. 11.
1908. *Idmonea non reticula* Beutler. Beitrag zur Kenntnis der Bryozoenfauna der älteren Tertiärschichten des südlichen Bayern, Cyclostomata. *Palæontographica*, LIX, p. 226, pl. xxiii, fig. 17, 18.

D'Archiac ne paraît avoir connu cette espèce que par des spécimens encroûtés dans une gangue calcaire. L'original de sa figure, conservé à l'École des Mines, est un spécimen absolument lamentable, sur lequel on peut cependant mesurer la grandeur du péristome, l'écartement des lignées et la largeur zoariale. J'ai eu la bonne fortune de trouver un spécimen libre, beaucoup mieux conservé, mais dont les dimensions micrométriques s'accordent rigoureusement avec celles du mauvais exemplaire de d'Archiac. Je puis donc compléter la diagnose de d'Archiac.

Le péristome zoécial mesure 0,12. L'écartement des lignées est de 0,50-0,55. Ces dernières sont saillantes mais peu divergentes latéralement et ne dépassent guère les bords du zoarium. La face dorsale est ronde et parcourue par des sillons longitudinaux très visibles.

Elle présente une coupe horizontale plus haute que large comme *I. coronopus*. Elle paraît différer de cette dernière par un écartement plus grand des lignées alternes et par l'absence de rides transversales sur la face dorsale toujours ronde. Les jeunes rameaux des deux espèces sont si difficiles à séparer que les anciens auteurs, comme d'Orbigny, ont tout classé sous le nom de *I. petri*.

Localités. — Lutécien supérieur du Rocher de la Goureppe (d'Arch.). Auversien de Biarritz (coll. Canu).

Idmonea triforata n. sp.

Pl. VIII, fig. 13-14.

Diagnose. — Zoarium libre, branchu, subcylindrique. Zoécies longues, invisibles extérieurement, groupées par trois sur des lignées alternes très écartées, saillantes latéralement. Face dor-

sale lisse, présentant des convexités obliques en rapport avec les lignées.

Orifice zoécial	= 0,10	Écartement des lignées	= 0,75 — 0,85
Péristome	= 0,14	Diamètre zoarial	= 0,64

Localité. — Auversien de Biarritz (coll. Canu).

Idmonea incurvata n. sp.

Pl. VIII, fig. 8-9.

Diagnose. — Zoarium grêle, triangulaire. Dorsale plate, lisse, marginée. Lignées alternes, très saillantes latéralement, formées de trois zoécies dont la dernière se contournant à angle droit s'ouvre sur le même plan que la frontale. Frontale lisse.

Orifice zoécial	= 0,04	Écartement des lignées	= 0,45 — 0,52
Péristome	= 0,06	Diamètre zoacial	= 0,33

Localité. — Auversien de Biarritz (coll. Canu).

Reticulipora nummulitorum d'Orbigny, 1852.

Pl. VIII, fig. 12.

1908. *Reticulipora nummulitorum* F. Canu. Sud-Ouest, *loc. cit.*, VIII, p. 387, pl. viii, fig. 10-11-12.

Les spécimens de la collection d'Orbigny, au Muséum, ne sont pas très bien conservés. J'en figure un autre bien meilleur. Les zoécies sont toujours visibles extérieurement ; elles présentent trois facettes plus ou moins accentuées. Ce dernier caractère donne au zoarium un aspect particulièrement plissé et tout à fait spécifique.

Localités. — Auversien de Biarritz (coll. Canu). Je l'ai déjà signalé dans le Lutécien, à Couiza et à Saint-Jean-de-Vergés.

Hornera hippolyta Defrance, 1821

Pl. VIII, fig. 15-16.

1908. *Hornera hippolyta* F. Canu. Sud-Ouest, *loc. cit.*, VIII, p. 386.

Cette espèce très commune et très cosmopolite a été très bien figurée à diverses époques. Les jeunes rameaux, qui sont les plus fréquents à Biarritz, offrent un aspect un peu différent ; nous avons cru devoir figurer un de ces derniers.

On appelle *sulcis* les fins sillons longitudinaux dans le fond desquels apparaît une ligne de petits pores. Ils sont particulièrement profonds dans *Hornera hippolyta*. Hennig[1] vient de démontrer « que les conduits zoéciaux sortent d'un tube allongé à l'intérieur de la partie corticale du côté dorsal et s'étend de là obliquement en avant et en haut vers le côté dorsal ». De plus, les petits pores observés au fond des sulcis sont, pour lui, des conduits *celliculaires* placés dans la partie corticale et débouchant dans les zoécies ; ils mettent celles-ci en communication avec l'extérieur et paraissent constituer un appareil hydrostatique dont il conviendrait d'étudier le mécanisme intime sur le vivant.

Localités. — Bartonien de Biarritz (coll. Canu). Je l'ai déjà signalé dans le Lutécien de Baigts, Gibret, Saint-Jean-de-Verges et Bruges.

1. A. Hennig. Le conglomérat pleistocène à *Pecten* de l'île de Cockburn. *Schwedische Südpolar-Expedition*, 1911, III, p. 37.

Sur quelques Ammonites du Jurassique supérieur du Boulonnais

par **H.-E. Sauvage**[1].

Planche IX.

En 1874, de Loriol[2] a décrit sous le nom d'*Ammonites Devillei*, *A. Boidini A. biplex* des espèces des argiles à phosphates du Portlandien moyen de la Tour de Croy, près Boulogne-sur-Mer.

Ammonites biplex de ce niveau, comme nous le verrons plus bas, n'est pas l'espèce de Sowerby, mais une espèce de la Volga inférieure, *Olcostephanus Lomonossovi* décrite par Michalsky.

C'est avec la faune de la Volga que la faune des Céphalopodes du Jurassique supérieur du Boulonnais présente, non des analogies, mais une similitude complète, de telle sorte que si l'on mélange les Ammonites, on ne peut reconnaître la provenance russe ou française, ainsi que nous avons pu nous en assurer dans une étude que nous avons faite avec M. David Ilovaïsky.

A part les deux Ammonites décrites par de Loriol, toutes les espèces de notre Jurassique supérieur sont des espèces de la Volga inférieure, ainsi que le montre la liste suivante de nos Céphalopodes[3].

Portlandien supérieur

**Belemnites rossiensis* d'Orb.
Perisphinctes biplex Sow.
* — *Nikitini* Mich.
**Olcostephanus apertus* Visch.
**Virgatites triplicatus* Lor.
* — *scythicus* Mich.
* — aff. *zaraskensis* Mich.

Portlandien moyen

Belemnites Souichi d'Orb.
— *Pellati* Lor.
* — *mosquensis* d'Orb.
* — *magnificus* Mich.
— *Beaugrandi* Lenz.
Aptychus lævis brevis Dolf.
**Virgatites Quenstedti* Rouiller.
* — aff. *scythicus* Mich.
**Virgatites virgatus* Buch.
**Olcostephanus* sp.
* — *Lomonossovi*
Olcostephanus Boidini Lor.
— *Devillei* Lor.
— *pallasianus* d'Orb.

1. Note présentée à la séance du 4 décembre 1911.
2. Monographie paléontologique et géologique des étages supérieurs de la formation jurassique des environs de Boulogne-sur-Mer. In-8°, 22 pl., fig. 13-16 pl. viii, fig. 1.
3. Les espèces russes sont indiquées par le signe *.

Perisphinctes biplex Sowerby, 1826.

Ammonites biplex Sowerby. Mineral conchology, pl. 293, fig. 1-2.
Perisphinctes biplex Maud Healey. On upper Jurassic Ammonites, *Q. J. G. S.*, 1904, p. 57, pl. x.

Sowerby a figuré sous ce nom deux Ammonites, dont la plus complète provient du « drift de Suffolk ».

Amm. biplex, représentée par un exemplaire très imparfait, a été diversement interprétée par les auteurs ; ce fait s'explique, l'espèce de Sowerby étant peu déterminable ; tout ce que l'on peut dire, c'est qu'elle appartient au genre *Perisphinctes*, que les côtes sont nombreuses et bifurquées non loin du dos.

Or, ces caractères se voient sur un exemplaire ayant 160 mm. de diamètre, figuré par de Loriol [1] comme provenant du Portlandien supérieur de Wimille ; par contre, un autre exemplaire du Portlandien moyen de la Tour de Croy, figuré comme *Amm. biplex* [2] n'appartient pas à cette espèce, mais à *Olcostephanus Lomonossovi* Mich.

Si l'on peut conserver le nom d'*Amm. biplex* Sow., il convient de l'appliquer à une espèce du Portlandien supérieur.

Un exemplaire de 220 mm. de diamètre provenant de ce niveau et conservé au Musée de Boulogne nous paraît répondre à l'espèce de Sowerby : coquille discoïdale comprimée ; spire croissant régulièrement ; tours apparents dans l'ombilic sur une grande partie de leur longueur, arrondis sur les flancs et au pourtour externe. Ornements consistant en côtes étroites, élevées, au nombre d'environ 65 au dernier tour, simples et légèrement onduleuses, régulièrement bifurquées au dernier tour, passant sur le pourtour siphonal sans se modifier et sans s'infléchir. Ombilic fort grand, mais peu profond.

Voisin de *P. Bleicheri* Loriol, du Portlandien inférieur du Boulonnais, s'en sépare par les tours de spire moins arrondis, les côtes se bifurquant plus près du bord siphonal.

Perisphinctes Nikitini Michaski, 1870

Pl. IX, fig. 1.

Perisphinctes Nikitini Michaski. Die Ammonites der unteren Volga stufe, p. 231, pl. xii, fig. 5-8, pl. xiii, fig. 1-3.

Coquille discoïdale, comprimée, à dos arrondi ; côtes étroites, élevées, tranchantes, au nombre de 32 environ au dernier tour,

1. Monographie des étages supérieurs de la formation jurassique des environs de Boulogne-sur-Mer, p. 17, pl. ii, fig. 1.
2. Monographie de l'étage portlandien des environs de Boulogne-sur-Mer, pl. ii, fig. 4.

et passant sur le pourtour externe sans se modifier, s'infléchissant légèrement du côté de l'ouverture ; diamètre : 90 mm.

Voisine de *P. Bleicheri* Loriol, s'en distingue par le moins grand nombre de côtes.

Deux exemplaires du Portlandien supérieur ; un du niveau à *Cardium Pellati* de la Poterie (collection Dutertre-Delporte) ; un autre, même niveau, Mont-Rouge, près Wimille.

Tableau dichotomique des *Olcostephanus* du Portlandien moyen du Boulonnais

1	Côtes s'infléchissant sur le dos du côté de l'ouverture.....	*Olc. Devillei.*
2	Côtes beaucoup plus serrées dans la première moitié du dernier tour.....	*Olc. Boidini.*
3	Côtes se bifurquant dans la moitié ou avant la moitié des flancs.....	*Olc. Lomonossovi.*
	Près du dos.....	*Olc. Pallasianus.*

Olcostephanus Lomonossovi Michalski, 1890

Pl. IX, fig. 3.

Ammonites biplex de Loriol. Monographie, 1866, p. 1, pl. ii, fig. 3-4 (*non* Sowerby).

Perisphinctes Lomonossovi Michalski. *Loc. cit.*, p. 175, pl. x, fig. 1-3, pl. xi, fig. 1.

Voisine de *O. Devillei* Loriol, se distingue par l'absence de l'éminence cristiforme du bord siphonal, les côtes passant sur le dos sans s'infléchir ; de *O. Boidini* Lor., par les côtes toutes également espacées au nombre de 30 à 33 et non pas plus nombreuses dans la première partie du dernier tour que dans la seconde partie de ce tour. Le caractère n'est pas dû à l'âge ; nous le constatons chez de jeunes individus ayant 10 mm. de diamètre maximum.

Lobe siphonal large, bifurqué, divisé par une selle courte, assez large ; selle externe large, divisée en deux branches secondaires par un lobe assez profond. Le premier lobe latéral, trifurqué, est large, un peu plus court que la selle externe. La première selle latérale, divisée en deux branches secondaires par un lobe peu profond, arrive au même niveau que la selle externe. Le second lobe latéral est étroit, trifurqué, un peu plus court que le premier. La seconde selle latérale a même largeur et sensiblement même longueur que la première. Le lobe sutural est trifurqué incliné vers l'ombilic. Dans le jeune âge, diamètre maxi-

mum 18 mm. ; les cloisons sont à peine découpées ; la dernière loge occupe tout le dernier tour, chez l'adulte.

Les côtes sont en général bifurquées, la bifurcation ayant lieu au niveau du milieu des flancs ; parfois les côtes sont trifurquées, et ce, très irrégulièrement, la côte supplémentaire pouvant prendre naissance avant la bifurcation.

Diamètre maximum, 85 mm.

Portlandien moyen, niveau à phosphate. Tour de Croy ; commune (Musée de Boulogne, 25 exemplaires).

Pawlow[1] note que les *Perisphinctes triplicatus* et *P. Blakei* sont très communes à Boulogne, surtout la première de ces espèces. On y rencontre des variétés à côtes plus fortes et plus épaisses, d'autres à côtes moins épaisses, moins tranchantes, formes qui correspondent bien à la forme figurée dans l'ouvrage de Michalski, (pl. X, fig. 3) qui, sous le nom de *P. Lomonossovi*, laissa tomber dans la synonymie *P. triplicatus* et *P. Blakei*. Michalski préfère, en attendant, distinguer deux espèces, l'une comprimée, l'autre renflée.

Olcostephanus Pallasianus d'Orbigny, 1845

Pl. IX, fig. 2.

Ammonites Pallasianus d'Orbigny. Géol. de la Russie d'Europe, p. 429, pl. xxii, fig. 3, t. II.
Olcostephanus Pallasi Michalski. *Loc. cit.*, p. 112, pl. iv, fig. 1-5, pl. xii, fig. 1-7.
Holcostephanus Pallasianus Maud Healey. *Loc. cit.*, p. 60, pl. xii, fig. 1-2.

Voisine d'*O. Lomonossovi*, cette espèce s'en distingue par les côtes moins nombreuses, au nombre de 25 à 27, plus fortes, plus tranchantes, se bifurquant plus près du dos et par les caractères des cloisons. Également très voisine de *O. Pavlowi* Michalski[2], en diffère par les côtes du dernier tour un peu inclinées du côté de l'ouverture et non droites, les côtes postérieures un peu infléchies à leur origine, les côtes moins nombreuses.

Lobe siphonal large, très grand, bifurqué, divisé par une selle étroite; selle externe plus large que le lobe siphonal, divisé en deux branches secondaires par un lobe secondaire assez profond. Premier lobe latéral trifurqué, presque aussi long que le lobe siphonal, un peu plus étroit. La première et la seconde selles latérales étroites de même grandeur, ne surpassant pas la selle

1. Argiles de Speeton, p. 187.
2. *Op. cit.*, p. 224, pl. xi, fig. 6.

externe, le dernier lobe latéral qui est trifurqué et atteint près de la moitié de la longueur du premier lobe latéral. Lobe sutural large, incliné vers l'ombilic. Diamètre maximum, 72 mm.

Portlandien moyen, niveau des phosphates, Tour de Croy (Musée de Boulogne, 5 exemplaires. Collection Dutertre-Delporte et Beaugrand). M. Legay nous a communiqué un exemplaire provenant des argiles à *Liostrea expansa*, entre Wimereux et la Crèche.

Olcostephanus Devillei Loriol, 1874

Ammonites Devillei P. de Loriol. *Op. cit.*, p. 18, fig. 13-14.

Cette espèce bien décrite par de Loriol se distingue par l'éminence cristiforme du bord siphonal et en outre par les côtes qui, sur le bord siphonal s'infléchissent du côté de l'ouverture.

Diamètre maximum, 55 mm.

Lobe siphonal, assez large, bifurqué, divisé par une selle large, mais plus longue. Selle externe large, bifurquée, divisée par un lobe peu profond ; le premier lobe latéral, trifurqué est aussi long que le lobe siphonal et presque aussi large. La première et la seconde selles latérales ont même grandeur et surpassent un peu la selle externe ; elles sont séparées par le deuxième lobe latéral, qui est court et étroit. Les lobes et les selles sont peu dentelés. Notre description diffère un peu de celle donnée par de Loriol, l'exemplaire d'après lequel elle a été faite étant mieux conservé que l'exemplaire type de l'espèce.

Portlandien moyen, niveau à phosphates de la Tour de Croy (coll. Beaugrand, Musée de Boulogne, n° 3561, type de l'espèce, n° 6540, exemplaire figuré par de Loriol n° 14, n°s 3562, 5183, 5301, 5306).

La dernière chambre occupant presque tout le dernier tour, cette espèce se rapproche du genre *Perisphinctes* de Waagen ; chez les *Olcostephanus* la chambre d'habitation ne dépasse pas le tiers du dernier tour.

Olcostephanus Boidini Loriol, 1874

Ammonites Boidini P. de Loriol. *Op. cit.*, p. 22, pl. viii, fig. 1, non pl. iv, fig. 3.

Le caractère de cette espèce est que les côtes sont très rapprochées dans la première partie du dernier tour, beaucoup moins serrées dans la seconde moitié. Chez les individus jeunes, ayant de 20 à 23 mm. de diamètre maximum les côtes sont plus serrées,

un peu moins différenciées que sur les individus plus âgés. Diamètre maximum 60 mm. ; côtes au nombre de 42 à 50, au dernier tour ; lobe siphonal grand et bifurqué, divisé par une selle large et longue. Selle externe large, divisée en deux branches secondaires par un lobe peu profond. Le premier lobe latéral large, trifurqué, un peu plus court que le lobe siphonal ; la première et la seconde selles latérales de même grandeur, surpassant la selle externe. Deuxième lobe latéral bifurqué, ayant à peine la moitié de la longueur du premier. Lobe sutural encore plus court, presque droit. Cloisons découpées. Dernière loge occupant tout le dernier tour.

De Loriol a figuré (*op. cit.*, pl. IV, fig. 3) sous le nom d'*Ammonites Boidini* un fragment qui ne doit pas être rapporté à cette espèce mais à *Olcostephanus Lomonossovi* MICH.

Portlandien moyen, niveau des phosphates de la Tour de Croy (musée de Boulogne, collections Dutertre, Beaugrand, Adonis, Lefebvre, 21 exemplaires).

OLCOSTEPHANUS APERTUS VISCHNIAKOFF sp., 1878

PL. IX ; fig. 4.

Ammonites apertus VISCHNIAKOFF. Observations sur la dernière loge des Ammonites. *Bull. Société imp. des Naturalistes de Moscou*, 1878, p. 53, pl. I, fig. 7.

Olcostephanus apertus MICHALSKI. *Op. cit.*, p. 146, pl. IX, fig. 1-5.

Coquille comprimée, discoïdale, composée de tours arrondis sur le bord siphonal, largement et profondément ombiliquée ; dernier tour grand, portant environ 25 côtes, commençant dans l'ombilic en formant un faible tubercule, plus fortes et plus espacées dans la seconde moitié du dernier tour, presque toutes trifurquées près du dos, non infléchies. Diamètre maximum, 37 mm. diamètre de l'ombilic, 11 mm.

Du groupe de *Perisphinctes zarajskensis*. Un seul exemplaire : Wimereux, Portlandien supérieur, zone à *Cardium Pellati* (collection Beaugrand, musée de Boulogne, n° 3980).

L'exemplaire du musée de Boulogne est de la taille de l'exemplaire de Russie (Michalski, fig. 5).

HOLCOSTEPHANUS aff. *ZARAJSKENSIS* MICHALSKI, 1890.

Perisphinctes zarajskensis MICHALSKI. *Loc. cit.*, p. 98, pl. VI, fig. 4-5.

Nous rapporterons à cette espèce deux petites Ammonites recueillies dans le Portlandien supérieur, zone à *Cardium Pellati* et *Trigonia gibbosa* du cap d'Alpreck par MM. Rigaux et Beaugrand (n°s 4643 et 5297, cat. Musée).

Coquille discoïdale, dernier tour arrondi sur le dos, ombilic assez large, peu profond ; dernier tour portant des côtes, commençant dans l'ombilic, bifurquées avant la moitié de leur longueur, infléchies vers l'ombilic.

Virgatites triplicatus Pavlow, 1889

Pl. IX, fig. 6.

Olcostephanus triplicatus Pavlow. Étude sur les couches jurassiques et crétacées de la Russie. Jurassique supérieur et Crétacé inférieur de la Russie et de l'Angleterre, p. 56, pl. II, fig. 31. *Bull. Soc. Imp. des Nat. de Moscou*, 1889, n° 21.

Coquille comprimée dans la première moitié du dernier tour qui est grand ; ombilic peu profond, formant près du quart du diamètre de la coquille ; dernier tour portant une trentaine de côtes commençant dans l'ombilic et en formant un petit tubercule, plus fortes et plus espacées dans la seconde moitié du dernier tour, où elles s'infléchissent un peu, presque toutes trifurquées vers le milieu du tour. Diamètre maximum, 42 à 48 mm.

Chez les individus jeunes, diamètre approximatif, 22 mm. ; les côtes se trifurquant avant le milieu du tour.

Portlandien supérieur, zone à *Cardium Pellati*. Alpreck (coll. Rigaux, musée de Boulogne, n° 5291) ; carrière du Mont-Rouge à Wimille (musée de Boulogne, n°s 3161, 5295, 6764, 6826, 7029).

Nous rapportons provisoirement à *V. triplicatus* des fragments d'Ammonites provenant de la carrière du Mont-Rouge ; les côtes sont assez fortement infléchies et se trifurquent un peu après la moitié du tour (n°s 7630 et 7431, musée de Boulogne).

Chez les autres exemplaires du même gisement les côtes sont plus nombreuses, plus finies, plus flexueuses et se trifurquent plus près de leur origine (n° 6681, musée de Boulogne).

Virgatites Quenstedti Rouiller sp., 1849

Ammonites Quenstedti Rouiller. Études progressives sur la géologie de Moscou. *Bull. Soc. imp. des Nat. de Moscou*, p. 359, pl. L, fig. 87.

Perisphinctes Quenstedti Michalski. *Op. cit.*, p. 156, pl. IX, fig. 6-8.

Nous ne connaissons cette espèce que par des fragments recueillis dans les marnes à *Perna Bouchardi*. Portlandien moyen, de la falaise de la Tour de Croy (coll. Beaugrand, n°s 3941, 7033, musée de Boulogne).

Au diamètre de 45 mm. le dernier tour est très grand, orné de côtes nombreuses, serrées, fines, régulières, commençant dans

l'ombilic et se bifurquant vers le milieu des flancs ; l'ombilic est petit.

Virgatites scythicus Michalski sp., 1890

Pl. IX, fig. 5.

Perisphinctes scythicus Michalski. *Op. cit.*, p. 121, pl. vii, fig. 1-7, pl. viii, fig. 1, pl. xii, fig. 10, pl. v, fig. 67.
Olcostephanus (*Virgatites*) *scythicus* Visch. Pavlow et G. Lamplugh. Argiles de Speeton, 1892, p. 115.

Ombilic profond, ayant environ le tiers du diamètre de la coquille. Dernier tour grand ; dos arrondi ; côtes au nombre d'une trentaine, partant de l'ombilic, plus fines et plus serrées dans le premier quart du dernier tour, non flexueuses, bifurquées, parfois trifurquées après la moitié du tour. Diamètre maximum, 40-45 mm.

Portlandien supérieur, zone à *Cardium Pellati*, Alpreck (coll. Rigaux, musée de Boulogne, n° 5296). Wimereux (coll. Beaugrand, musée de Boulogne, n°s 4391, 4644, 5185). Mont-Rouge près de Wimille (n° 7424).

Virgatites cf. *scythicus* Michalski

Nous rapprochons provisoirement de l'espèce de Russie un exemplaire provenant des bancs calcaires du Portlandien moyen, niveau à *Perna Bouchardi*, de la falaise de la Tour de Croy. Sur cet exemplaire, de 43 mm. de diamètre, les côtes au nombre d'une quarantaine, sont plus serrées dans le premier tiers du dernier tour et se bifurquent plus tôt que dans le reste du tour. Le dernier tour est un peu plus comprimé à ses origines (Musée de Boulogne, coll. Beaugrand, n° 5184).

Pavlow note que *Virgatites scythicus* est une espèce très variable pour les caractères de la sculpture[1]. L'exemplaire du musée de Boulogne est en tous points semblable à celui figuré par Pavlow[2].

Virgatites virgatus de Buch., 1860

Ammonites virgatus d'Orbigny. Russie d'Europe, p. 426, pl. xxi, fig. 1-6.
Olcostephanus virgatus Michalski. *Op. cit.*, p. 62, fig. 1-6, pl. ii.

Pellat cite cette espèce des couches les plus basses du Portlandien moyen, à la tranchée de Terlimthun, près Boulogne.

1. A. Pavlow et G. W. Lamplugh. Argiles de Speeton et leur équivalent, p. 115.
2. Id., pl. v (II), fig. 7.

Remarques sur les variations dentaires chez les Éléphants quaternaires européens

par **G. Pontier** [1].

Planche X.

Le très intéressant article de M. Edouard Harlé sur les restes d'Éléphants recueillis par le marquis de Ceralbo me fournit l'occasion de formuler des observations personnelles concernant les variations dentaires chez les Éléphants quaternaires. J'ai d'ailleurs déjà touché cette question dans une étude sur les faunes d'Abbeville parue dans les *Annales de la Société géologique du Nord* [2]. Comme les trois grandes espèces d'Éléphants plio-pleistocènes d'Europe caractérisent certains terrains et ont une grande valeur au point de vue stratigraphique, la question mérite d'être traitée avec intérêt.

Au début des travaux entrepris sur la classification générale des débris de Proboscidiens trouvés en Europe, il s'est manifesté d'emblée trois grandes espèces nettement définies et dont je rappelle la diagnose générique et les principaux caractères dentaires très importants au point de vue général, étant donné que la plupart du temps on ne rencontre que des dents détachées.

Elephas meridionalis Nesti

Pl. X ; fig. 1-2.

Falconer le détermine ainsi en parlant des dents : *Colliculi grosso digitati adamante crasso.*

Il est caractéristique des gisements pliocènes supérieurs, en particulier du val d'Arno (sables de l'Astesan, alluvions de Chiaromonte). Il existe dans ces gisements, associé à *Mastodon Borsoni* et *Mastodon arvernensis* et possède ses caractères typiques. La formule dentaire de l'*Elephas meridionalis* est la suivante :

Molaires de lait.			Molaires définitives.			
x-3-x	x-6-x	x-8-x	x-8-x à x-9-x	x-9-x à x-11-x	x-13-x à x-14-x	
x-3-x	x-6-x	x-8-x	x-7-x à x-9-x	x 9-x à x-11-x	x-11-x à x-14-x	Arrière-molaire.

1. Note présentée à la séance du 18 décembre 1911.

2. Bibliographie. — Falconer. Mémoires paléontologiques.

Leith-Adams. Monographie des Éléphants fossiles d'Angleterre.

Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon. Elephas intermedius de Jourdan.

H. Pohlig. 1° Étude sur l'*Elephas antiquus* ; 2° Sur la présence de l'*Elephas Trogontheri* associé au *Rhinoceros Mercki* dans les sables de Rixdorf.

Les molaires sont très larges, l'émail est épais, peu festonné. Caractère important : le festonnement extérieur n'atteint pas en général toute la largeur de la bande d'émail, le relief paraît surajouté à la lame. Quelquefois il existe une tendance à une expansion centrale qui ne doit pas être confondue avec la dilatation angulaire franche de l'*Elephas antiquus*. Les espaces cémentaires sont larges et — caractère différentiel — la longueur d'une lame usagée, en sa région moyenne, ne dépasse pas la hauteur d'une colline non usagée. Ces caractères dentaires rapprochent l'*Elephas meridionalis* de l'*Elephas planifrons*.

L'*Elephas meridionalis* paraît avoir survécu aux Mastodontes et il a pu exister seul, associé au *Rhinoceros etruscus*, dans quelques gisements siciliens supérieurs, Saint-Prest et Durfort en particulier. Certains paléontologistes tendraient à faire rentrer dans la coupure *Elephas Trogontheri*, dont nous parlerons tout à l'heure, les formes en question ainsi que celles de Cromer Cependant il est hors de doute que l'espèce de Saint-Prest doit être rattachée à l'*Elephas meridionalis*, nombre d'arrière-molaires trouvées à Saint-Prest ont pour formule x-11-x à x-13-x (coll. de Luynes). Il s'agit donc bien de l'*Elephas meridionalis* et non de l'*Elephas Trogontheri*. Si l'*Elephas meridionalis* a pu dépasser le niveau du Val d'Arno, il ne paraît pas avoir dépassé le Sicilien supérieur et être arrivé au Chelléen. Nous verrons dans la suite que les formes chelléennes à tendances rappelant l'*Elephas meridionalis* forment une série à part.

Elephas antiquus Falconer.

Pl. X; fig. 3-4.

Cet auteur le caractérise ainsi : *Colliculi approximati medioleviter dilatati machæridibus undulatis.*

Il caractérise le Chelléen et est malheureusement assez peu connu au point de vue ostéologique. Sa formule dentaire est la suivante :

Molaires de lait.		Molaires vraies.	
x-2-x à x-3-x	x-5-x à x-7-x	x-9-x à x-12-x	x-12-x à x-13-x
x-3 x	x-6-x à x-8 x	x-11-x à x-12-x	x-12-x à x-13-x
x-9-x à x-10-x		x-15-x à x-18-x	
x-9-x à x-11-x		x-16-x à x-19-x	

D'après l'inspection de cette formule dentaire, on voit que le nombre des lames est sujet à plus de fluctuations que dans l'espèce précédente. Les dents sont étroites ; une lame usagée en sa partie moyenne à la moitié de la hauteur d'une lame non usa-

gée. L'émail est très plissé comme dans l'*Elephas Indicus* et en particulier dans la variété *sumatrensis*; la plicature intéresse toute la bande d'émail. Il existe une dilatation angulaire. Cette description ne se rapporte qu'à l'*Elephas antiquus* type, tel qu'on le trouve en particulier dans le Bassin de Paris. Beaucoup de formes issues de l'*Elephas antiquus* type, tendent à perdre ces caractères. L'*Elephas mnardriensis* Adams offre une table plus large, et, en général, dans les formes naines de Sicile et de Malte, *Elephas melitensis*, *E. insularis*, *E. Falconeri*, l'émail est loin d'offrir autant de plicatures que dans l'*Elephas antiquus* type.

Comme aspect général et caractères particuliers, l'*Elephas antiquus* a beaucoup d'affinités avec l'*Elephas namadicus*; j'ai signalé ce fait à propos de l'étude que j'ai faite d'une série importante du gisement de Tilloux (Charente).

Elephas primigenius Blumenbach

Pl. X, fig. 6, 7, 8.

Il est caractérisé par la diagnose suivante : *Colliculi confertissimi adamante valde attenuato machæridibus vix undulatis.* La formule dentaire générale est la suivante :

Molaires de lait.

$$\frac{x\text{-}3\text{-}x \text{ à } x\text{-}4\text{-}x}{x\text{-}3\text{-}x \text{ à } x\text{-}4\text{-}x} \qquad \frac{x\text{-}6\text{-}x \text{ à } x\text{-}9\text{-}x}{x\text{-}6\text{-}x \text{ à } x\text{-}9\text{-}x}$$

$$\frac{x\text{-}9\text{-}x \text{ à } x\text{-}12\text{-}x}{x\text{-}9\text{-}x \text{ à } x\text{-}12\text{-}x}$$

Molaires vraies. Arrière-molaire.

$$\frac{x\text{-}9\text{-}x \text{ à } x\text{-}15\text{-}x}{x\text{-}9\text{-}x \text{ à } x\text{-}15\text{-}x} \qquad \frac{x\text{-}14\text{-}x \text{ à } x\text{-}16\text{-}x}{x\text{-}14\text{-}x \text{ à } x\text{-}16\text{-}x} \qquad \frac{x\text{-}18\text{-}x\ldots\ldots x\text{-}27x\ldots\ldots\text{-}x\text{-}29\text{-}x\ ?}{x\text{-}18\text{-}x\ldots\ldots x\text{-}27\text{-}x\ldots\ldots x\text{-}29\text{-}x}$$

La fluctuation est ici énorme. La variation pour l'arrière-molaire atteint le tiers du nombre des lames, ce qui explique la facilité avec laquelle on a pu faire des coupures dans cette espèce. C'est d'ailleurs la plus connue et je n'insisterai point sur ses caractères différentiels. Les lames sont en général fines, nombreuses, peu festonnées. Caractère de détail important sur certaines molaires : le festonnement, quand il existe, intéresse tout le cordon d'émail. Sur certaines autres pièces, ledit festonnement n'atteint pas toute l'épaisseur et offre une réduction de ce que l'on observe sur l'*Elephas meridionalis*.

Les digitations d'une lame non usagée sont fines, nombreuses et sont loin d'être aussi massives que celles des lames dentaires de l'*Elephas antiquus* et de l'*Elephas meridionalis*. Le rapport entre la largeur et la hauteur des lames est intermédiaire de ce qu'on

observe chez les deux espèces précédentes. Au point de vue dentaire, on peut considérer deux types : un type franco-italien à émail plus large et plus festonné, un type sibérien à émail beaucoup plus fin.

Le Mammouth est aussi mieux connu comme ostéologie ; en dehors du grand squelette trouvé par Adams sur les bords de la Léna, le musée de Saint-Pétersbourg possède le beau squelette de la Berezowska et surtout les débris anatomiques si intéressants déterrés sur les bords de la Yana (Mammouth de Sangajurach). Dernièrement dans une note publiée dans les *Comptes rendus de la Société géologique de France*, j'ai signalé la trouvaille que j'ai faite du squelette complet d'un Mammouth du Bassin de Paris que je reconstitue et auquel je consacrerai ultérieurement une étude.

Quand on trouve les défenses accompagnées des dents, la diagnose est toute faite ; seul le Mammouth a les défenses spiralées. Ce caractère bien qu'il existe chez l'*Elephas Ganesa*, n'est bien franc que sur l'*Elephas primigenius* ; l'*Elephas antiquus* a ses défenses droites et l'*Elephas meridionalis* les a légèrement courbées comme celles de l'*Elephas indicus*.

Les caractères donnés dans les diagnoses génériques des trois grandes espèces de Proboscidiens européens, ont eu longtemps toute leur valeur pour la détermination. Nombre de formes trouvées dans les gisements classiques pouvaient leur être rapportées. Mais dans la suite des recherches, on mit à jour des spécimens à formes intermédiaires, s'éloignant par certains caractères des échantillons typiques.

Le premier, Jourdan de Lyon signala sur des dents provenant de la région lyonnaise et rapportées précédemment au Mammouth une réduction de la formule dentaire accompagnée d'épaississements dans la bande d'émail. Certaines dents conservées au Musée de Lyon avaient une tendance à la dilatation. Comme le nombre de lames à l'arrière-molaire était de 20 à 22, Jourdan créa une nouvelle espèce, l'*Elephas intermedius* (pl. X ; fig. 5). Le squelette de l'Eléphant du Musée de Lyon aurait appartenu à cette variété ; ce n'est pas le lieu ici d'en discuter l'ostéologie, Jourdan considérait cette espèce comme intermédiaire entre l'*Elephas primigenius* et l'*Elephas antiquus*. En réalité l'*Elephas intermedius* n'est qu'une variété de l'*Elephas primigenius*.

Falconer en étudiant les dents d'un Eléphant provenant du gisement de Gray-Thurrock, datant de l'âge de l'*Elephas anti-*

quus, mit en relief ce fait que l'*Elephas antiquus* peut offrir une diminution de hauteur des lames avec réduction de la formule dentaire, et augmentation de la dilatation angulaire. Il devient un pseudo-loxodonte, et Falconer le rattacha à l'espèce décrite par Goldfuss sous le nom d'*Elephas priscus*.

Subséquemment, Adams, dans sa monographie des Éléphants d'Angleterre, fait trois variétés d'*antiquus* pour éviter de trop nombreuses coupures.

Une variété A, la *broad variety* à large couronne avec les lames rapprochées de formule x-20-x.

Une variété B, à couronne étroite festonnée, type normal de l'*Elephas antiquus*.

Une variété C, équivalente à la forme rattachée par Falconer à l'*Elephas priscus*.

En revisant la classification des Proboscidiens fossiles, M. le professeur Pohlig remarqua que dans certains gisements à faune intermédiaire, datant de la fin du Sicilien et passant au Quaternaire, à Cromer par exemple, certaines dents rapportées à l'*Elephas meridionalis* avaient en réalité une formule plus élevée x-20-x, une table large et certains caractères dans l'émail rappelant ce qu'on observe chez l'*Elephas meridionalis*. Dans son travail, M. le professeur Pohlig fait remarquer que certaines dents, soit par suite d'usure, soit par atavisme présentent une forme tapinodisque pouvant donner le change pour l'*Elephas meridionalis*.

A Rixdorf, près Berlin, le même auteur a signalé l'association de ces dents à table large et à émail épais avec le *Rhinoceros Mercki*. L'espèce se serait donc développée dans le Quaternaire, parallèlement avec l'*Elephas antiquus*, sans y être rattaché par aucun lien. Le professeur Pohlig a fait une nouvelle coupure dans laquelle il a fait rentrer la variété A d'Adams, (*broad variety* de l'*Elephas antiquus*) et certains types à forme atténuée, offrant x-19-x à x-20-x, rapportés antérieurement à l'*Elephas meridionalis*. Il en a fait l'*Elephas Trogontheri*. Dans une communication personnelle qu'il m'a faite, M. le professeur Pohlig m'a assuré avoir trouvé dans le Forest Bed des pièces ostéologiques permettant de fixer les caractères de l'*Elephas Trogontheri*. Si on considère la série des travaux sur la question publiés par le même auteur, on voit qu'il fait rentrer dans la coupure *Elephas Trogontheri* une seconde chaîne contenant des formes rattachées à l'*Elephas primigenius* et équivalentes de la forme *intermedius*. Cette forme aurait de 22 à 24 lames à l'arrière-molaire et confinerait à l'*Elephas primigenius*. Dernière-

ment un autre auteur M. Pavlow, a décrit un Éléphant à forme intermédiaire encore, *Elephas Wüsti*, coupure qui doit être rattachée à *Elephas Trogontheri*.

Voilà l'état actuel de la question qui apparaît comme très complexe et n'est pas encore tranchée d'une façon absolue au point de vue de l'évolution des espèces de nos Éléphants quaternaires. Je me permettrai de faire les remarques suivantes. Si on veut faire une étude sérieuse au point de vue dentaire chez les Proboscidiens, il est utile, chez les Éléphants, de faire porter les comparaisons sur les arrière-molaires. Il faut que l'arrière-molaire soit moyennement usagée.

Dans une molaire qui a séjourné longtemps dans la mâchoire, les lames sont évidemment coupées par la détrition, près de leur insertion sur la racine. Aussi il en résulte un espacement plus grand, une augmentation de l'épaisseur du cordon d'émail et une réduction des lames. Une dent d'*Elephas primigenius* coupée très bas, peut au premier aspect en imposer pour une molaire d'*Elephas Trogontheri* et même d'*E. meridionalis*. Même raisonnement pour l'*Elephas antiquus*; cependant dans cette espèce, la dilatation angulaire vient en aide pour la diagnose. Mais alors une dent d'*Elephas antiquus* coupée trop bas peut sembler appartenir à l'*Elephas priscus*. Comme confirmation de ce que j'avance, je joins à cette étude la figure d'une molaire d'*Elephas primigenius* provenant de la Léna (pl. X ; fig. 8) ; elle a été excessivement usagée et il est inutile d'insister sur la différence qu'elle offre, à première vue, d'une table ordinaire de Mammouth Sibérien.

Les dents de lait, la pénultième et l'anté-pénultiéme vraies ont, par suite d'atavisme, des caractères quelquefois intermédiaires. Il faut se méfier de ces matériaux dans des diagnoses d'espèces nouvelles. Elles n'ont d'intérêt réel qu'associées à l'arrière-molaire.

Il faut tenir compte aussi des fluctuations individuelles. Comme exemple, j'en donnerai certaines que j'ai observées à Tilloux, et dont j'ai fait plusieurs études dans les *Annales de la Société géologique du Nord*.

A Tilloux, l'*Elephas antiquus* domine ; il s'y joint de rares échantillons d'*Elephas Trogontheri* et d'*E. primigenius* ; un sur douze dans mes séries. J'ai, en étudiant les arrière-molaires, signalé que la moitié représente le type classique de Chelles, d'autres ont une tendance à perdre la dilatation angulaire, et représentent un type analogue à ce qu'on observe chez *Elephas*

namadicus et *Elephas Colombi*; certaines présentent une formule basse x-15-x et conservent leur dilatation angulaire, mais ont des lames moins hautes, rappelant les types archaïques de l'*Elephas antiquus* dont M. le professeur Pohlig a fait la variété *Nesti*. Cependant ces Éléphants sont contemporains et il faut plutôt voir dans ces variations des caractères ancestraux qu'une évolution faite sur place. Dans un autre ordre d'idées j'ai fait des recherches dans la vallée de l'Aà qui ont porté sur l'*Elephas primigenius*, pris dans une longue série de niveaux.

J'ai collecté les dents provenant d'au moins 150 individus. La formule dentaire des Éléphants d'Arques varie de x-20-x à x-28-x. Une série reproduit les formes de l'*Elephas intermedius* où de la coupure *Trogontheri*; elle a la formule x-20-x... à ... x-23-x et présente un émail plus épais et plus irrégulièrement festonné. Certaines dents, ainsi qu'on peut s'en rendre compte dans l'une des photographies annexées (pl. X, fig. 7), ont des tendances à un gonflement angulaire qui n'a d'ailleurs pas les caractères de la vraie dilatation de l'*Elephas antiquus*.

Une seconde série présente le type ordinaire et le type sibérien, représentés par des formules x-24-x à x-26-x et x-28-x; une dent paraît avoir eu la formule x-29-x et les lames sont d'une finesse extrême.

Dans le cas présent les premières sont à un niveau inférieur, les secondes à un niveau moyen, les plus fines à un niveau nettement supérieur. Ici, en dehors des fluctuations individuelles, il y a pu avoir une évolution due au temps, l'espèce s'étant maintenue dans le pays de l'Acheuléen au Magdalénien. Malheureusement je n'ai de documents ostéologiques sérieux que sur un individu provenant de la partie supérieure des alluvions de l'Aà et reproduisant le type sibérien. Il aurait été très intéressant de comparer ce type à ceux du niveau inférieur. Peut-être la chose sera-t-elle rendue possible par des découvertes subséquentes.

Déjà depuis longtemps, M. d'Ault Duménil a signalé que, si on compare les molaires des Mammouths trouvées dans les environs d'Abbeville dans l'Acheuléen à celles trouvées dans le Magdalénien, on constate que ces dernières ont leurs lames plus fines et moins festonnées (voir de Mortillet, Préhistorique).

L'année dernière, M. Changarnier, conservateur du Musée de Beaune, dans une très intéressante étude sur les Éléphants quaternaires trouvés dans les environs de Beaune, région où l'*Elephas intermedius* de Jourdan est commun, est arrivé à des résultats analogues à ceux auxquels je suis arrivé, il a montré

que dans les environs de Dijon la formule du Mammouth varie de x-24-x à x-28-x et que la variété *intermedius* est représentée par une formule variable x-20-x à x-24-x. On pourrait multiplier les exemples, mais nous nous arrêterons là dans cette étude.

En résumé, en dehors des petites fluctuations qu'on peut considérer comme individuelles chez les grandes espèces de Proboscidiens d'Europe, on peut réduire les grandes variations à l'expression suivante :

Il a existé dans le Chelléen des formes à tables larges, ayant une affinité avec l'*Elephas meridionalis*, confondues longtemps avec l'*Elephas antiquus*, par suite du nombre des lames, mais n'ayant aucun rapport avec lui. Ces formes ont x-18-x à x-20-x. C'est l'*Elephas Trogontheri* du professeur Pohlig.

Parallèlement, le Mammouth débute par la forme *intermedius* ayant des dents à lames plus larges, en plus petit nombre et ayant des points de similitude avec la forme précédente. Cette forme est localisée dans l'Acheuléen et dans le Moustérien inférieur. Le professeur Pohlig la rattache à une série touchant l'*Elephas Trogontheri*.

Du Moustérien au Magdalénien l'*Elephas primigenius* présente une augmentation de la formule dentaire et une spécialisation de ses caractères.

Pour l'*Elephas antiquus*, du moment où on lui enlève la *broad variety* d'Adams, il présente des formes homogènes et n'offre que quelques types où la dilatation angulaire le rapproche de l'*Elephas africanus*.

Que conclure de ces résultats ?

Au premier abord on pourrait être tenté de considérer certaines espèces quaternaires comme dérivant les unes des autres, étant donné qu'elles paraissent s'être succédé, mais en réalité le problème est plus complexe. L'invasion de l'Europe par le genre *Elephas* s'est faite graduellement, étant donné que l'évolution du genre a eu lieu dans l'Inde dès la fin du Miocène. Il pourrait être rationnel d'admettre que nos grandes espèces plio-pleistocènes dérivent de rameaux phylétiques parallèles ; l'importance de cette théorie a été signalée par M. le professeur Depéret dans un de ses derniers ouvrages.

Il paraît s'être produit des phénomènes de convergence entre l'*Elephas primigenius* et l'*Elephas meridionalis* ; par exemple par l'intermédiaire de l'*Elephas Trogontheri* et de l'*Elephas intermedius* dont les formules dentaires ont des points communs. Les

derniers représentants de l'*Elephas meridionalis* à type atténué ont pu avoir une formule équivalente à celles des premiers représentants de l'*Elephas primigenius* à type primitif. Si on étudie les espèces indiennes dont sont certainement dérivés nos types européens, on voit, à première vue, qu'une espèce, l'*Elephas planifrons* a beaucoup de rapport avec l'*Elephas meridionalis*. De même une forme assez voisine de l'*Elephas planifrons*, l'*Elephas hysudricus* a beaucoup de rapports avec l'*Elephas primigenius* tant au point de vue ostéologique qu'au point de vue dentaire.

En admettant cette filiation on comprendrait que par atavisme l'*Elephas meridionalis* et l'*Elephas primigenius* puissent avoir des caractères convergents tout en ne descendant pas directement l'un de l'autre ; les souches dont ils paraissent descendre ayant des points communs.

Quoi qu'il en soit, le problème de l'évolution des grands Proboscidiens est loin d'être encore résolu. Nombre de documents ostéologiques nous manquent encore et il faudrait avant de se prononcer d'une façon définitive sur une question si complexe connaître tous les points communs que peut présenter l'anatomie des divers Proboscidiens et en particulier des espèces indiennes encore peu connues.

Ce n'est que quand on pourra reconstituer en détail les rameaux phylétiques qu'on pourra voir ce qui, dans les variations observées, revient à l'évolution, à la phylogénie ou aux fluctuations individuelles.

AVIS

Le Compte Rendu des Séances n'est pas réimprimé dans le Bulletin proprement dit.

Le **Compte Rendu sommaire des Séances** comprend les présentations d'ouvrages, analyses, résumés très courts et observations aux diverses communications, faits en séance ou adressés par la poste.

Le **Bulletin** ne renferme que les notes et mémoires détaillés, présentés en séance.

En conséquence **les Cahiers des Comptes Rendus sommaires des séances doivent être conservés.** Ils peuvent être, en fin d'année, reliés à part ou avec les fascicules du Bulletin. Des tables sont fournies à cet effet.

Les comptes rendus sommaires paraissent, en général, dans les quinze jours qui suivent la séance.

Deux pages au maximum sont accordées aux *notes* **originales.**

Une demi-page (petit texte) est accordée aux *observations* ou *rectifications* à une communication quelconque.

Un tiers de page est accordé pour les *présentations d'ouvrages imprimés.*

Ces limites comprennent les titres et les notes infrapaginales.

La page est de 42 lignes d'environ 60 lettres chacune. Les intervalles entre les mots et les signes comptent comme une lettre.

Les auteurs doivent déposer, à l'issue de la séance, les notes manuscrites concernant leurs communications pour le compte rendu sommaire. Les membres qui ont pris part à des discussions verbales en cours de séance et qui désirent qu'il en soit fait mention **sont invités à rédiger ces observations** *et à les remettre au secrétaire*, **autant que possible séance tenante.**

Le Secrétariat *ne garantit*, dans aucun cas, la publication *littérale* et *in extenso* des notes remises. Les auteurs peuvent indiquer les passages de leurs communications pouvant être supprimés sans inconvénient en cas de nécessité. *Il est toujours préférable de ne remettre que des résumés très concis.*

Les notes et mémoires étant mis en composition aussitôt leur dépôt, *les auteurs ont donc tout intérêt à remettre leurs manuscrits complets au moment même où ils font leurs communications orales ou écrites. L'impression de tout manuscrit insuffisamment lisible ou incomplet est ajournée et le manuscrit renvoyé à son auteur.*

TABLE DES MATIÈRES (TOME XI, Fascicule 6-7-8).

Pages

R. Zeiller. — Note sur quelques végétaux infraliasiques des environs de Niort (*pl. II*) 321
F. Priem. — Poissons fossiles de la République Argentine (*5 fig., pl. III et IV*). 329
Paul Lemoine. — Les tremblements de terre du Bassin de Paris, leurs relations avec les accidents tectoniques (*55 cartes*) 341
R. Chudeau. — Note sur la géologie de la Mauritanie (*5 fig., 1 carte*) 413
Jean Cottreau. — Échinides du Nummulitique en Chalosse (*4 fig., pl. V et VI*). 429
F. Canu. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du Sud-Ouest de la France (*6 fig., pl. VII et VIII*) 444
H. E. Sauvage. — Sur quelques Ammonites du Jurassique supérieur du Boulonnais (*pl. IX*) 455
G. Pontier. — Remarques sur les variations dentaires chez les Éléphants quaternaires européens (*pl. X*) 463

Tarif des tirés à part sur papier du Bulletin.

		25 ex.	50 ex.	75 ex.	100 ex.	150 ex.	200 ex.	250 ex.
Brochage compris	16 pages.....	5,50	7 »	8,50	10 »	13 »	16 »	19 »
	12 —	5 »	6,25	7,50	8,75	10,25	12,75	15,25
	8 —	4 »	4,75	5,50	6,25	7,75	9,25	10,75
	4 —	3 »	3,50	4 »	4,50	5,50	6,50	7,50
	2 —	2,50	2,75	3 »	3,25	3,75	4,25	4,75
Couverture								
Imprimée, titre spécial.....		4 »	4,50	5 »	5,50	6,50	7,50	8,50
Passe-partout avec titre de la note.....		3 »	3,50	4 »	4,50	5,50	6,50	7,50
Papier couleur sans impression.....		0,50	0,75	1 »	1,25	1,75	2,25	3,75

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS. *Le gérant de la Soc. géologique :* L. Mémin.

4e Série, t. XI. — 1911. — N° 9 et dernier

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830
A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE
PAR ORDONNANCE DU 3 AVRIL 1832

QUATRIÈME SÉRIE

TOME ONZIÈME

FASCICULE 9 ET DERNIER

RÉUNION EXTRAORDINAIRE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE dans le Jura

Feuilles 31-35.

PARIS
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
28, rue Serpente, VI

1911

PUBLICATION MENSUELLE DÉCEMBRE 1912

EXTRAITS DU RÈGLEMENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

Art. 2. — L'objet de la Société est de concourir à l'avancement de la Géologie en général et particulièrement de faire connaître le sol de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec les arts industriels et l'agriculture.

Art. 3. — Le nombre des membres de la Société est illimité. Les Français et les étrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. 4. — Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation [1] et avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président.

Art. 38. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de Novembre à Juillet.

Art. 39. — La Société se réunit deux fois par mois (le 1er et le 3e lundi du mois).

Art. 42. — Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres.

Art. 46. — Les membres de la Société ne peuvent lire devant elle aucun ouvrage déjà imprimé.

Art. 48. — Aucune communication ou discussion ne peut avoir lieu sur des objets étrangers à la Géologie ou aux sciences qui s'y rattachent.

Art. 50. — Chaque année, de Juillet à Novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un point qui aura été préalablement déterminé.

Art. 53. — Un bulletin périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. 55. — ... Il ne peut être vendu aux personnes étrangères à la Société qu'au prix de la cotisation annuelle.

Art. 58. — Les membres n'ont droit de recevoir que les volumes des années du Bulletin pour lesquelles ils ont payé leur cotisation. Toutefois, les volumes correspondant aux années antérieures à leur entrée dans la Société leur sont cédés, après décision spéciale du Conseil et conformément à un tarif déterminé.

Art. 60. — Quelle que soit la longueur des notes ou mémoires insérés au Bulletin, les auteurs pourront en faire faire à leurs frais un tirage à part.

Art. 73. — *Chaque membre paye: 1° un droit d'entrée; 2° une cotisation annuelle* [2].

Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs.

La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs.

La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement en capital d'une somme fixée par la Société en assemblée générale (**400 francs**).

Sont **Membres à Perpétuité** les personnes qui ont donné ou légué à la Société un capital dont la rente représente au moins la cotisation annuelle (minimum : **1000 francs**).

---

1. Les personnes qui désireraient faire partie de la Société et qui ne connaîtraient aucun membre qui pût les présenter n'auront qu'à adresser une demande au Secrétariat, en exposant les titres qui justifient de leur admission.

2. *Néanmoins sur la demande des parrains les nouveaux membres peuvent n'acquitter, la première année, que leur droit d'entrée, en versant la somme de 20 fr. Le Compte Rendu sommaire des séances de l'année courante leur est envoyé gratuitement; mais ils ne reçoivent le Bulletin que la deuxième année et doivent alors payer la cotisation de 30 francs. Ils jouissent d'ailleurs des autres droits et privilèges des membres de la Société.*

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

dans le Jura

du 27 Août au 3 Septembre 1911.

Les membres de la Société qui ont assisté à la Réunion extraordinaire sont :

MM. Azéma (Colonel L.).
Boone (Abbé).
Bourgeat (Chanoine).
Collot (L.).
Delépine (Abbé).
Euchène (Albert).
Jodot (Paul).
Langlassé (R.).
Lissajous.
Lory (Pierre).
Polo (Dr).
Riche (A.).
Sayn.

Les personnes étrangères à la Société ayant pris part aux excursions sont :

MM. Buchin (Dr).
Février.
Girardot (Abel).
Guelle.
Labordère.
Lebrun.
Martin (Abbé).
Millot.
Sirot.
de Villars.

PROGRAMME DES EXCURSIONS

Dimanche 27 Août. — *Matin.* 11 heures, rendez-vous à l'Hôtel de Ville de Dôle. *Séance d'ouverture*, élection du Bureau.

Déjeuner à Dôle.

Soir. Visite en voiture aux *formations rauraciennes et oxfordiennes des environs d'Authume. Faille de Jouhe.* Retour à Dôle par Falletans et Azans pour voir le *conglomérat de la forêt de Chaux.*

Dîner et coucher à Dôle.

Lundi 28 Août. — *Matin.* Visite en voiture au *Jurassique inférieur d'Amange* ; traversée du Massif de la Serre, d'Amange à Moissey.

Déjeuner à Moissey.

Soir. Assises du Mont-Guérin ; Néocomien de Montmirey-la-Ville ; faille de Menotey.

Dîner à Dôle.

Séance à 8 h. 1/2.

Coucher à Dôle.

Mardi 29 Août. — *Matin.* Départ de Dôle en chemin de fer à 7 h. 50 ; arrivée à Mouchard à 8 h. 44. Visite en voiture au *Jurassique inférieur* et au *Glaciaire des environs de Pagnoz. Glaciaire de Marnoz* et *Jurassique supérieur d'Aiglepierre.*

Déjeuner à Salins.

Soir. Visite en voiture à la *faille de Saint-Thiébaud-Ivrey.* Recouvrement du bois Méhaut.

Dîner et coucher à Salins.

Mercredi 30 Août. — *Matin.* Départ en voiture pour Marnoz. *Glaciaire et faille des Arsures, Glaciaire du bois de Mouchard, Ilot jurassique de la Grange-Fontaine. Ilot jurassique de l'Abergement-Mathenay*

Déjeuner à Arbois.

Soir. Visite en voiture au *Bathonien anormal de la vieille route d'Arbois-Poligny.*

Dîner à Poligny.

Séance à 8 h. 1/2.

Coucher à Poligny.

Jeudi 31 Août. — *Matin.* Visite en voiture au *Bajocien des Monts de Poligny* (galets roulés). *Séparation du Bajocien et du Bathonien aux carrières de Chaussenans. Sables et massifs à Polypiers du Bajocien supérieur de Chaussenans.*

Déjeuner à Poligny.

Soir. Visite au *Bathonien de la route de Plasne.* Visite aux *grottes de Beaume.*

Dîner et coucher à Lons-le-Saunier.

Vendredi 1er Septembre. — *Matin.* Départ de Lons-le-Saunier en chemin de fer à 5 h. 28 pour Gevingey. Visite à l'*Urgonien et au Cénomanien de Cesancey. Failles multiples de cette région. Conglomérat tertiaire de Saint-Agnès.* Départ à 11 h. 32 de Saint-Agnès pour Cuiseaux.

Déjeuner à Cuiseaux.

Soir. Visite au *conglomérat de Marciat. Tertiaire et Crétacé de Cuiseaux*. Étude des *assises renversées à la ferme de la Balme*.

Retour à 6 h. 42 à Lons-le-Saunier.

Dîner à Lons-le-Saunier.

Séance à 8 h. 1/2.

Coucher à Lons-le-Saunier.

Samedi 2 septembre. — *Matin*. Visite en voiture au *Jurassique inférieur de Conliège-Briod. Glaciaire de Verges. Double faille de l'Euthe*.

Déjeuner à Châtillon.

Soir. *Station lacustre de Chalain. Glaciaire de la vallée de l'Ain*.

Dîner et coucher à Lons-le-Saunier.

Dimanche 3 septembre. — A 11 heures, *Séance de clôture*. Visite au Musée de Lons-le-Saunier.

BIBLIOGRAPHIE GÉOLOGIQUE

POSTÉRIEURE A LA RÉUNION EXTRAORDINAIRE DE 1885.

1886. BOURGEAT. Observations faites aux environs d'Arinthod et de Saint-Amour. *B. S. G. F.*, (3), XIV. — Contribution à l'étude de la faune de l'Oolithe virgulienne du Jura méridional, *B. S. G. F.*, (3), XIV.

1887. BOURGEAT. Considérations sur le Jurassique sup. du Jura méridional. *B. S. G. F.*, (3), XV. — Note sur les gisements à *Ostrea virgula* dans le Jura. *B. S. G. F.*, (3), XV.

1887-1889. DE LORIOL. La faune des formations coralligènes de Valfin avec notice stratigraphique de M. BOURGEAT. *Mém. Soc. paléont. suisse*.

1888. BOURGEAT. Observations sommaires sur les principales formations géologiques du Jura méridional. *B. S. G. F.*, (3), XVII.

1890. BOURGEAT. Sur la structure de quelques dépôts ferrugineux des terrains secondaires. *CR. Ac. Sc.*

1890-91. HAUG et KILIAN. Sur le pli faille de Mouthiers-Haute-Pierre. *B. S. G. F.*, (3), XIII.

1890. L. A. GIRARDOT. Jurassique inférieur lédonien. *Société d'Émulation du Jura*.

1891. BOURGEAT. Quelques observations nouvelles sur le Jura méridional. *B. S. G. F.*, (3), XIX.

— L. A. GIRARDOT. Jurassique inférieur lédonien (*suite*). *Société d'Émulation du Jura*.

— Hans SCHARDT. Études géologiques sur l'extrémité méridionale de la première chaîne du Jura (Lausanne).

1892. BOURGEAT. Observations sommaires sur le Boulonnais et le Jura. *B. S. G. F.*, (3), XX.

1892 et années suivantes. Publications nombreuses de M. Delebecque sur les lacs français en y comprenant ceux du Jura.
— L. A. Girardot. Jurassique inférieur lédonien (*suite*). *Société d'Émulation du Jura.*
1893. Kilian. Sur la constitution géologique du Jura, du Doubs et des régions voisines. *A. F. A. S., Congrès de Besançon.*
— L. A. Girardot. Jurassique inférieur lédonien (*suite*). *Société d'Émulation du Jura.*
— Attale Riche. Étude stratigraphique sur le Jurassique inférieur du Jura méridional (Thèse).
— Delafond et Depéret. Les terrains tertiaires de la Bresse.
— Bourgeat. Quelques mots sur l'Oxfordien et le Corallien des bords de la Serre. *B. S. G. F.*, (3), XXI.
— Magnin. Sur la végétation des lacs du Jura. Klincksieck. Paris.
1894. L. A. Girardot. Jurassique inférieur lédonien (*suite*). *Société d'Émulation du Jura.*
— Kilian. Contribution à la connaissance de la Franche-Comté septentrionale. — Les collines préjurassiennes et le Jura du Doubs. *Ann. Géog.*, 3e année, n° 11.
1895. L. A. Girardot. Jurassique inférieur lédonien (*suite*). *Société d'Émulation du Jura.*
— Bourgeat. Quelques observations nouvelles sur les lapiez. — Le Glaciaire et la Mollasse dans le Jura. *B. S. G. F.*, (3), XXIII.
— Boistel. Structure géologique du bassin tertiaire du Jura aux environs d'Ambérieux. *B. S. G. F.*, (3), XXIV.
— Boistel. Sur le Miocène supérieur de la bordure du Jura aux environs d'Ambérieux. *B. S. G. F.* (3), XXIV.
— Magnin. Les lacs du Jura. Georg. Lyon.
1896. L. A. Girardot. Franche-Comté septentrionale, Système oolithique. (Comptoir géologique).
— L. A. Girardot. Jurassique inférieur lédonien (*suite*). *Société d'Émulation du Jura.*
— L. A. Girardot. Le Jurassique inférieur lédonien. *Communication Congr. Sociétés savantes.* Paris.
— Bourgeat. Sur certaines particularités de la Combe des Prés dans le Jura. *B. S. G. F.*, (3), XXIV.
1897. L. A. Girardot. Sur les dépôts glaciaires des environs de Lons-le-Saunier, *Communication Congr. Sociétés savantes.* Paris.
— Bourgeat. Sur les changements de faciès que présente le Jurassique autour de la Serre. *B. S. G. F.*, (3), XXV.
— Bourgeat. Quelques mots sur le Glaciaire du Jura. *Annales de la Société scientifique de Bruxelles.*
— Bourgeat. Y a-t-il de la houille dans le Jura. *Société d'Agriculture de Poligny.*
1898. Deprat. Étude sur les avant-monts du Jura dans la région du Jura. *Feuille des jeunes Naturalistes*, 29e année.
— Delebecque. Phénomènes glaciaires des Vosges et du Jura. *Bulletin des Services de la Carte géologique.*
— Bourgeat. Sur quelques phénomènes de glissement dans le Jura. *B. S. G. F.*, (3), XXVI.
— Bourgeat. Quelques points nouveaux de géologie jurassienne. *B. S. G. F.*, (3), XXVII.
— E. Fournier. Études sur la tectonique de la chaîne du Jura. *Feuilles des Jeunes Naturalistes.*

1899. Bourgeat. Le conglomérat de la Forêt de Chaux. *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*.

1900. L. A. Girardot. Sur les marnes à *Am. Renggeri* du Jura lédonien. *Mémoires de la Société paléontologique Suisse.*

— Deprat. Le massif de la Serre et son rôle tectonique. *B. S. G. F.* XXIX.

— Deprat. Étude sur les roches éruptives de la série ancienne dans le Jura Franc-Comtois. *Feuille des jeunes Naturalistes*, 3e année.

— Bourgeat. Contributions nouvelles à l'étude des formations géologiques du Jura. *B. S. G. F.*, (3), XXIX.

1901. L. A. Girardot. Découverte d'affleurements crétacés dans le Jura, *Congrès de l'Association franc-comtoise* (Montbéliard).

— Bourgeat. Sur un filon de minerai de zinc dans la Combe-des-Prés. *B. S. G. F.*, (4), I.

— E. Fournier. Étude sur la tectonique du Jura. *B. S. G. F.*, (4), I.

1902. L. A. Girardot. Sur les glaciers du Jura lédonien. *Mémoires de la Soc. d'Emulation du Jura*.

— Bourgeat. Trois coupes géologiques à travers la Serre. *B. S. G. F.*, (4), II,

— L. A. Girardot. Plis couchés probables du Jura lédonien. *Mémoires de la Société d'Émulation du Jura.*

— Bourgeat. Sur quelques cas de recouvrement de couches dans le Jura. *B. S. G. F.*, (4), II.

— L. A. Girardot. Deux stations préhistoriques au bord occidental du Jura. *Société d'Émulation du Jura*.

— Bourgeat. La Serre et les régions voisines. *Annales de la Société scientifique de Bruxelles.*

— Bourgeat. Sur les dépôts ferrugineux de la Franche-Comté. *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*.

1903. L. A. Girardot. Aptien à Cesancey, *Communication à l'Association Franc-comtoise* (Lons-le-Saunier).

— Bourgeat. De l'influence des rides hercyniennes sur le Jura. *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*.

— Bourgeat. Sur quelques cas nouveaux de recouvrement de couches dans le Jura. *B. S. G. F.*, (4), III.

1904. L. A. Girardot. Les couches à *Am. Renggeri* dans le Jura lédonien. *Mémoires de la Société paléontologique Suisse.*

— Bourgeat. Sur quelques lacs du Jura qui sont disparus depuis le Glaciaire-*B. S. G. F.*, (4), IV.

— L. A. Girardot et P. de Loriol. La cité lacustre de *Chalain. Communication à l'Association Franc-comtoise* (Besançon).

— E. Fournier. Nouvelles études tectoniques sur le Jura Franc-comtois. *B. S. G. F.*, (4), IV.

— Bourgeat. Sur quelques lambeaux de sables cristallins dans la région sud-ouest du Jura. *B. S. G. F.*, (4), IV.

1905. E. Fournier. Révision des feuilles de Lons-le-Saunier, etc. *Bulletin des Services de la Carte géologique.*

1905. A. Riche. Feuille de Lyon au 320.000e comprenant les feuilles de Saint-Claude, etc. *Bulletin des Services de la Carte géologique.*

— Bourgeat. Sur la bordure occidentale du Jura entre St-Amour et Salins. *B. S. G. F.*, (4), V.

1906. Delebecque. Contribution à l'étude des terrains glaciaires des vallées

du Doubs et de ses affluents. *Bulletin des Services de la Carte géologique.*
— Bourgeat. Sur la tectonique de la région de la Faucille. *Annales Société scientifique de Bruxelles.*
1907. E. Fournier. Alimentation d'eaux potables des communes du Doubs, etc., *Bulletin des Services de la Carte géologique.*
— Bourgeat. Observations concernant le Jura. *B. S. G. F.* (4), VII.
1908. Delebecque. Sur les terrains glaciaires des feuilles de Pontarlier, Besançon et Lons-le-Saunier, *Bulletin des Services de la Carte géologique.*
— Bourgeat. Sur trois niveaux à Bryozoaires dans la région de la Serre. *B. S. G. F.*, (4), VIII.
— Bourgeat. Les terres cultivables du Jura. *Revue viticole de Poligny.*
— Bourgeat. Sur les failles courbes des environs de Salins. *B. S. G. F* (4), VIII.
— Bourgeat. Quelques remarques orogéniques sur le Jura. *Société d'Emulation du Jura.*
1909. Bourgeat. Sur la faille de Trois Châtels. *B. S. G. F.*, (4), IX.
— Bourgeat. Sur trois cas de surcreusement glaciaire. *Annales de la Société scientifique de Bruxelles.*
— Bourgeat. Un cas d'ennoyage d'un synclinal sous la montagne d'Avignon. *B. S. G. F.*, (4), IX.
E. de Margerie. La structure du Jura. Conférence faite à Lausanne.
1910. Bourgeat. Glaciaire ancien de la Combe-des-Prés (Jura). *Annales de la Société scientifique de Bruxelles.*
— Bourgeat. Sur les failles courbes de la lisière du Jura entre Salins et Besançon. *B. S. G. F.*, (4), IX.
— Tsytovitch. Première chaîne du Jura méridional entre le Reculet et la Mantière (Genève).
1911. J.-B. Martin. Le Jura méridional. Étude de géographie physique (Thèse, Paris).

CARTES A CONSULTER

1° Feuilles *de la Carte géologique de la France* à 1/80000 : 126, *Besançon* ; 138, *Lons-le-Saunier* ; 149, *Saint-Claude.*

2° Carte géologique du Doubs, par Résol, 1871.
— — du Jura dolois, par M. Jourdy, 1871 (*Bulletin de la Société géologique de France*).
— — du Jura salinois, par Marcou, 1846. (*Mémoires de la Société géologique de France*).
du Jura, par frère Ogérien, 1867.
— — du Jura Neuchatelois, par Jaccard.
— — de Saint-Claude, par Etalon, 1857.
— — de la Bresse à 1/320.000, par Delafond et Depéret, 1893.
— — Carte tectonique du Jura, par Rollier (*Annales de Géographie*), 1903.
— — Esquisse de la Serre, par Deprat, 1900.

Séance d'ouverture du 27 Août 1911.

PRÉSIDENCE DE M. COLLOT, PUIS DE M. LE CHANOINE BOURGEAT

La séance a lieu à 10 h. 1/2, dans une des salles du Collège municipal de Dôle, mise gracieusement à la disposition de la Société par M. le Maire et M. le Principal du collège. Elle s'ouvre sous la présidence de M. Collot qui rappelle la session extraordinaire tenue par la Société dans le Haut-Jura il y a 26 ans, en 1885, et le grand intérêt qu'offrirent les excursions dirigées par MM. Marcel Bertrand et Bourgeat aux environs de Saint-Claude. Il se félicite, avec tous les membres présents de la Société, de pouvoir étudier cette fois sous la même direction de M. Bourgeat, la bordure occidentale du Jura, où tant de problèmes se posent, qui ont sollicité de nouveau l'attention dans ces dix dernières années surtout, et qui ont soulevé de multiples discussions.

On procède ensuite à l'élection du bureau de la Réunion extraordinaire. Sont élus : *Président*, M. Bourgeat ; *Vice-président*, M. Collot ; *Trésorier*, M. Langlassé ; *Secrétaire*, M. Delépine.

M. Collot cède la présidence à M. Bourgeat. Celui-ci souhaite la bienvenue à ses collègues. Il les remercie de l'honneur qu'ils viennent de lui faire en l'appelant à la présidence et de l'intérêt qu'ils témoignent à ses travaux.

Il remercie également M. le maire de Dôle et M. le Principal du collège de la gracieuse hospitalité qui est offerte à la Société.

M. **Bourgeat** fait ensuite connaître le programme des excursions qui auront lieu au cours de la session, et donne le plan détaillé de celles du dimanche 27 et du lundi 28. Dans la première, les membres étudieront le Rauracien d'Authume, le contact des formations jurassiques et triasiques le long de la faille de Jouhe-Archelange. L'excursion du lundi comportera la traversée de la Serre entre Amange et Moissey, l'étude du Permien d'Offlanges et la visite au Néocomien de Montmirey-la-Ville. Au sujet du Permien d'Offlanges, M. Bourgeat fait remarquer qu'une excursion récente, qu'il a faite entre ce village et la Serre, lui a montré que les coupes qui en ont été données, y compris les siennes, ont besoin d'être modifiées. Un travail de creusement dans le chemin qui se rend vers la Serre lui a fait voir que ce Permien, bien reconnaissable aux galets de gneiss qu'il contient, plonge au-dessous d'Offlanges vers la Serre ou vers l'Est au lieu de plonger vers l'Ouest. Il serait à désirer, — ajoute-t-il —, qu'il fût possible d'étudier tous les abords de ce massif dont l'orographie fut, en 1872, l'objet d'un travail magistral de M. le général Jourdy et de travaux plus récents de la part de MM. E. Fournier, Bourgeat et Deprat;

mais la visite du Jura occidental réclame la plus grande partie des excursions.

M. **Bourgeat** annonce la mort de M. Dumas, membre de la Société ; il exprime à la famille les regrets et les condoléances de la Société. Enfin il lève la séance en proposant à la Société d'aller visiter la maison natale de Pasteur, en hommage à la mémoire de l'illustre savant.

Séance du 28 Août 1911

PRÉSIDENCE DE M. COLLOT

En raison de la chaleur on décide de tenir la séance après déjeuner à 2 heures à l'école communale de Moissey.

Le procès-verbal de la séance du 27 Août est lu et adopté.

M. **Bourgeat** rend compte des excursions de la veille et de celle du matin.

Excursion du 27 Août à Authume et à Jouhe.

Le départ a lieu à 2 heures en voiture pour Authume. On s'arrête d'abord à moitié chemin entre Authume et Dôle, à une tranchée ouverte vis-à-vis le champ de manœuvres de la cavalerie *dans le Rauracien* dont les bancs minces formés de calcaire, grossièrement oolithique, sont assez riches en fossiles. On y recueille *Cidaris florigemma* Lh., *Hemicidaris crenularis* Ag., *Glypticus hieroglyphicus* Ag., *Terebratula insignis*, etc. ; puis, dépassant Authume, on se rend tout près de la petite station d'Archelange, entre Archelange et Authume, à une tranchée toute fraîche du tramway, ouverte dans le même Rauracien jusqu'aux marnes oxfordiennes. Là, les fossiles sont plus abondants. A ceux trouvés précédemment s'ajoutent *Pecten episcopalis* de Lor., *Pecten subspinosus* Schloth, *Megerela pectunculoïdes* Schlot. et des variétés nombreuses de l'*Ostrea nana* d'Orb. En arrivant aux marnes oxfordiennes on récolte de nombreux exemplaires de *Pholadomya* voisines de la *Pholadomya exaltata*. C'est immédiatement au-dessus de ces marnes qu'on voit surgir comme de petits massifs de Polypiers qui s'étalent ensuite en champignons à structure saccharoïde (fig. 1). On y rencontre aussi quelques poches d'argile rouge, provenant de la décalcification du calcaire.

Pour arriver à la faille de Jouhe, peu distante, on traverse l'Oxfordien, qui est en contact au Sud avec du Bathonien supérieur et au Nord avec du Bathonien inférieur. Il y a donc là une

première faille qui a été bien marquée sur la feuille de Besançon. Au delà de ces formations bathoniennes se montre une source puis on atteint tout à coup l'Infralias (fig. 2), oublié sur la Carte, et les Marnes irisées. C'est le commencement de la grande faille qui limite la Serre au Sud-Ouest. La Société se rend de là à Archelange pour en voir le prolongement. Là, la faille est plus importante encore, car elle met en contact le Rauracien avec le Trias. Après avoir pris un rafraîchissement gracieusement offert par M. le curé d'Archelange, la Société se dirige rapidement vers la forêt de Chaux en traversant le Doubs sur le nouveau pont de Baverans.

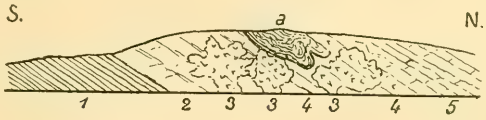


Fig. 1. — Coupe du Rauracien près de la station d'Archelange.
a, Argile d'altération; 1, Marnes oxfordiennes; 2, Marno-calcaires à Pholadomyes; 3, Saillies coralliennes en champignon à la partie supérieure des marno-calcaires; 4, Lits de calcaire à *Cidaris* et à Polypiers; 5, Bancs minces de calcaire à *Cidaris florigemma*, *Glypticus hieroglyphicus*.

Arrivée à l'entrée de la forêt de Chaux, elle s'engage le long de la voie ferrée qui va sur Mouchard et parvient à une tranchée fraîche où le conglomérat de la forêt est bien visible (fig. 3). On le voit sur 7 à 8 mètres d'épaisseur formé de blocs roulés variant de la grosseur du poing à celle d'une noix, qui sont confusément mêlés mais bien lavés. Seule une petite lentille de sable argileux légèrement micacé s'y trouve horizontalement enclavée.

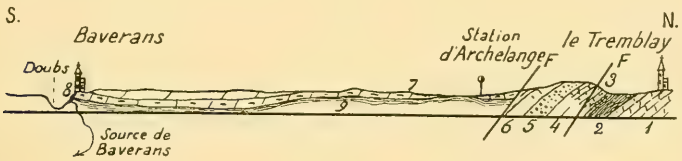


Fig. 2. — Coupe du Tremblay a Baverans. — Long. 1/120 000; haut. 1/30 000.
1, Muschelkalk; 2, Marnes irisées; 3, Infralias; 4, Bathonien inférieur; 5 et 6, Bathonien moyen; 9, Oxfordien marneux; 8, Corallien; 7, Astartien; F,F, Failles.

La Société étudie la nature de ces blocs. Comme ils ont été tantôt rapportés aux Alpes, tantôt aux Vosges, il était intéressant d'en examiner la constitution. La plupart sont des quartzites

laiteux, mais il s'y mêle beaucoup d'autres roches, telles que des chailles poreuses, des jaspes rouges, des leptynites à mouches de mica. M. Collot fait remarquer qu'on n'y trouve pas, là du moins, des roches vertes (schistes à chlorite, à séricite, à amphibole) des Alpes.

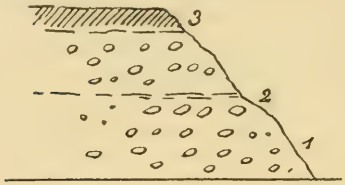


Fig. 3. — Conglomérat de la forêt de Chaux sur la voie ferrée de Dole a Pontarlier.

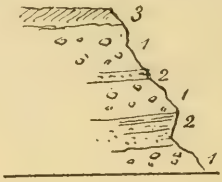


Fig. 4. — Conglomérat de la forêt de Chaux près d'Azans.

1, Conglomérat à gros blocs ; 2, Sable micacé ; 3, Argile jaune de surface.

Revenue près du Doubs, la Société longe, pour rentrer à Dôle par Azan ce même conglomérat sur un parcours de plus d'un kilomètre. Elle constate, comme M. Bourgeat l'avait annoncé, qu'il passe en certains points à quelque chose d'analogue à la Nagelfluh, par cimentation des blocs, et que, près d'Azan, les sables micacés, que la feuille géologique place au-dessous s'intercalent et se substituent même aux blocs (fig. 4).

Le retour à Dôle s'effectue à 8 heures du soir pour le dîner.

Au sujet de cette excursion, M. **Collot** déclare très nette la démonstration faite par M. Bourgeat que les sables micacés marqués m^1 par Marcel Bertrand dans la forêt de Chaux, sont, sur les points visités, intercalés dans les cailloutis, comme un simple épisode de diminution locale et momentanée de la vitesse des eaux. Quant aux cailloutis, voici les éléments qu'il a recueillis dans la première tranchée du chemin de fer : grès lustrés gris, souvent piquetés de rouille, quartz laiteux, chailles généralement poreuses, quelques jaspes rouges, des jaspes verts paraissant être des schistes argileux silicifiés, leptynites à mouches de mica noir, pegmatites à petite éléments, pegmatites schisteuses à feldspath finement saccharoïde, enfin une porphyrite verte avec grands cristaux de feldspath, sans altération notable. L'absence de schistes à chlorite, à séricite, à amphibole, des Alpes, est à remarquer. Si elles avaient existé ces roches se seraient conservées mieux encore que les roches granitoïdes indiquées ci-dessus. Elles abondent parmi les éléments alpins des moraines du Jura. Les grès lustrés sont ici moins homogènes, moins blancs que ceux des Alpes. Ces constatations viennent à l'encontre de la pensée qu'on a eue de faire venir ces cailloux des Alpes par le Rhône et le Rhin réunis au Doubs.

Dès lors c'est dans les Vosges qu'il faut chercher leur origine. Si l'on n'a pas trouvé de granite à amphibole, M. Collot n'en a pas trouvé davantage dans les alluvions actuelles de la Saône. Le fait est peu surprenant du reste, si l'on considère le peu d'étendue de cette roche dans le bassin de la Saône et aux flancs des ballons d'Alsace et de Servance. Les porphyrites sont plus abondantes dans la Saône, mais elles ne manquent pas dans les cailloutis de la forêt de Chaux. Les quartzites sont analogues et les quartz blancs de la forêt de Chaux paraissent provenir du démantèlement du Grès vosgien qui les renferme abondamment. Les chailles poreuses proviendraient du Jura.

A l'appui de ces observations, M. **P. Lory** remarque que les quartzites de la région rhodanienne ont rarement l'aspect de ceux de la forêt de Chaux. Il rappelle l'hypothèse formulée à diverses reprises, et notamment par Ed. Brückner, qui regarde les grands cônes de déjection à éléments altérés, tels que celui de la forêt de Chaux, comme antérieurs aux derniers mouvements du Jura. En Bas-Dauphiné, MM. Kilian et Gignoux, ont décrit une terrasse, à éléments encore altérés, emboîtés dans le poudingue des plateaux ; des observations analogues ont-elles été faites ici ?

M. **Bourgeat** répond qu'il n'a jamais vu qu'une terrasse, mais qu'il ne peut se prononcer sur ce point d'une manière absolue.

Excursion du 28 Août, à travers le Massif de la Serre.

La Société part de Dôle en voiture à 6 h. 1/2 par la grande route de Besançon.

Vis-à-vis Baverans elle coupe une vallée sèche qui descend à droite vers le Doubs : M. Bourgeat, qui la fait remarquer, est d'avis qu'elle est due à l'affaissement du Rauracien, peu épais en cet endroit, par-dessus un cours d'eau souterrain qui ravine les marnes oxfordiennes et donne lieu à la belle source de Brevans. On n'y rencontre en effet pas d'alluvion.

En vue de Rochefort on coupe un lambeau du conglomérat de la forêt de Chaux, qui monte jusqu'à cette altitude.

Prenant à gauche, la Société arrive à Amange où elle aperçoit une belle source dont les eaux s'échappent au niveau des marnes supérieures de l'Oxfordien. Leur abondance par cette sécheresse prolongée atteste que leur bassin d'alimentation est assez étendu.

Au-dessus du village, la Société atteint les assises du Jurassique inférieur relevées au Nord vers la Serre et plongeant vers le Sud (fig. 5). Une double faille en forme de V, dont le sommet est près d'Amange, et la base sur la Serre le met en

contact avec le Rauracien, à l'Ouest, l'Oxfordien puis le Raurácien à l'Est.

Les premières assises qu'elle observe sont des calcaires grenus, bleuâtres à l'intérieur, mais jaunes à leur surface et pétris de débris d'Échinodermes et de Bryozoaires avec quelques lits marneux intercalés. On y trouve *Zeilleria digona* Sow. et des débris de grosses Huîtres. Au-dessous viennent des calcaires blancs compacts, puis une série assez puissante de calcaires oolithiques, puis des calcaires un peu jaunâtres et fissiles avec deux assises marneuses à *Ostrea acuminata* Sow., *Rhynchonella varians* d'Orb. et *Pholadomya Murchisoni* Sow., dont l'ensemble paraît représenter le Bathonien.

En avançant vers la Serre, on voit paraître au-dessous de ces assises des calcaires bruns suboolithiques, puis des calcaires à Entroques, puis à nouveau des calcaires oolithiques violacés avec lits marneux, puis enfin des marnes à Bryozoaires avec une petite couche de minerai de fer en grains libres.

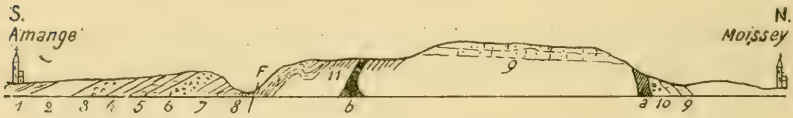


Fig. 5. — Coupe nord-sud de la forêt de La Serre.
Long. 1/75 000; haut. 1/60 000.

1, Calcaire grumeleux avec marnes à débris d'Échinodermes (Bathonien supérieur); 2, Calcaires compacts (Bath. moyen); 3, Calcaires oolithiques (Bath. moyen); 4, Calcaires fissiles avec lumachelles à *Ostrea acuminata* (Bath. inférieur); 5, Calcaires bruns clairs à *Ammonites Blagdeni* (Bajocien supérieur); 6, Calcaires à Entroques (Bajocien moyen); 7, Calcaires violacés avec lits marneux; 8, Lias recouvert par la végétation; 9, Grès vosgien en couches horizontales; 10, Grès et poudingue rougeâtre permien; *a*, Fausse eurite; *b*, Pegmatite.

Ce minerai de fer n'est pas exploité, mais les calcaires à Entroques donnent une bonne pierre pour la construction et les calcaires blancs compacts du Bathonien sont utilisés pour l'entretien des routes. Les assises marneuses à *Ostrea acuminata* fournissent un excellent amendement pour les terres.

Le Lias qui vient au-dessous est masqué par la végétation. Il forme le fond d'une vallée très étroite que l'on traverse pour arriver au terrain primitif de la Serre.

Les premières formations atteintes sont du gneiss dont le pendage est vers le Sud comme celui du Jurassique inférieur, mais avec une inclinaison plus forte (fig. 5). A mesure que l'on monte dans le massif, on voit le pendage s'atténuer, puis chan-

ger de sens pour reprendre ensuite la première direction Nord-Sud, ce qui montre que la Serre est formée de plusieurs plis. A 1 km. à peu près de l'entrée, tout près de l'abri du cantonnier, on remarque un filon de pegmatite altérée dont les débris forment une sablière (fig. 6). Un autre filon s'observe un peu plus haut, à gauche du même chemin.

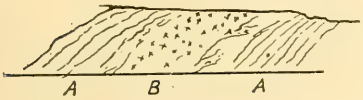


Fig. 6. — Filon de pegmatite a la Serre.
A,A, Gneiss ; B, Pegmatite.

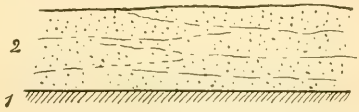


Fig. 7. — Stratification entrecroisée des sables des grès vosgiens.
1, Gneiss ; 2, Sable du Grès vosgien.

On atteint enfin, tout près du sommet de la Serre et du chemin dit *de la poste*, le Grès vosgien, dont la stratification est presque horizontale. Au *chemin de la poste*, il est assez consistant, mais plus loin vers Moissey, on le trouve à l'état de sables à stratification entrecroisée. Cette disposition est surtout bien visible à une carrière située à droite de la route (fig. 7). Il s'en présente une autre semblable, mais plus petite, à gauche avant de descendre, sur Moissey.

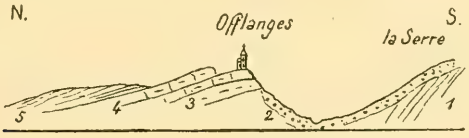


Fig. 8. — Coupe du Permien et du Trias par Offlanges. — Long. 1/75 000 ; haut. 1/30 000.
1, Gneiss ; 2, Permien ; 3, Grès bigarré ; 4, Muschelkalk ; 5, Marnes irisées.

Arrivée de l'autre côté de la Serre, en vue de Moissey, la Société se trouve en présence d'une carrière où l'on exploite une roche verdâtre à l'intérieur et rouge à la surface, toute remplie de cristaux de pyrite, qui paraît former un épais filon et qui a été désignée improprement du nom d'eurite. Une discussion s'élève au sujet de cette roche, M. Azéma la regardant comme une porphyrite, M. Collot comme du grès altéré.

On remonte en voiture et on traverse rapidement des affleurements peu visibles de Permien rougeâtre pour se rendre à Offlanges.

A l'entrée du village la Société observe les cargneules du Trias légèrement inclinées vers le Nord-Ouest ; elle aperçoit par delà dans les vignes, les Marnes irisées qui donnent aux terres une couleur lie de vin. Descendant vers la Serre, elle rencontre aux fossés rafraîchis du chemin le Permien rougeâtre gréseux riche en morceaux de gneiss et incliné vers la Serre, comme M. Bourgeat l'avait annoncé à Dôle (fig. 8).

L'heure avancée ne lui permet pas de descendre jusqu'au fond de la vallée des Croisières ; mais puisque le Permien paraît se relever de l'autre côté de cette vallée, on admet que la vallée correspond à un synclinal.

On remonte en voiture à Offlanges et on arrive pour déjeuner à Moissey.

Au sujet de cette excursion, M. **Collot** fait observer que le Jurassique inférieur que l'on a traversé entre Amange et l'entrée dans le gneiss, ressemble beaucoup à celui de la Côte-d'Or. Les calcaires grenus, avec débris d'Échinodermes et de Bryozoaires et lits marneux intercalés, se retrouvent aux environs de Dijon et de Nuits, avec cette seule différence qu'ils y sont un peu plus riches en marnes. Ils y ont fourni *Ammonites tumidus*, *Zeilleria divionensis*, *Pholadomya divionensis*, dans la partie supérieure, qui est la dalle nacrée callovienne. A leur base se rencontrent *Eudesia flabellatum*, *Zeilleria digona* Sow. à coins accentués, *Rhynchonella major* qui accusent le sommet du Bathonien j^{a}_{1}.

Aux calcaires compacts qui sont dessous, correspondent les calcaires compacts de Comblanchien j_{II}^{a}.

Les calcaires oolithiques sont les calcaires j_{II}^{b}, également oolithiques de la Côte-d'Or.

Les calcaires fissiles et marnes avec lumachelles d'*Ostrea acuminata* répètent ici les formations j_{III} de la Bourgogne.

Les calcaires bruns clairs, avec oolithes, se parallélisent avec les calcaires à *Ammonites Blagdeni* et Gervillies de la Côte-d'Or, et les calcaires à Entroques se présentent, comme dans la Côte-d'Or, dans la partie moyenne du Bajocien.

Enfin les calcaires violacés avec petits lits marneux seraient les correspondants des calcaires compacts à petits bancs alternant avec des schistes marneux, qui dans la Côte-d'Or contiennent l'*Amm. Sauzei* et qui ont donné à leur extrême base à Semur, l'*Amm. Murchisoni*.

Au-dessous, dans la Côte-d'Or, on ne trouve pas de minerai de fer, mais un grès excessivement fin sans fossiles, qui passe peu à peu au Toarcien, dont le niveau fossilifère le plus élevé est celui à *Amm. fallaciosus* et *Amm. striatulus*.

Il fait observer aussi que la roche qui a été étudiée près de la maison du cantonnier rappelle les leptynolites de Bretagne. L'alignement du mica y marque encore la schistosité d'une façon très apparente.

Enfin l'eurite observée près de Moissey, et regardée par Marcel Bertrand comme un grès, doit être réputée telle, de l'avis de M. Collot. Si le fait n'est pas toujours apparent à l'œil nu, il est indéniable au microscope. De menus fragments de granulite s'y montrent avec leur quartz, leur feldspath et leur mica blanc. Parfois les éléments sont excessivement atténués, mais on distingue encore le quartz et le feldspath fragmentaires. Tel est le cas sur les échantillons verts pris à quelques centaines de mètres de la carrière du bord de la route et dont la cassure est aussi unie que celle d'un calcaire lithographique. A l'endroit où on les observe, la roche est un peu mieux stratifiée et plonge très fortement vers le N.W. Elle est appuyée contre le gneiss et supporte les grès argileux du Permien. A ces grès s'associe un conglomérat de gneiss non roulé, comme celui que M. Bourgeat nous a montré sous Offlanges ce qui justifie l'attribution qu'il a faite de celui-ci au Permien. En allant de Vriange à Offlanges, on rencontre une roche dont la formation a précédé celle de l'eurite. Elle est lie de vin, toute formée de fragments anguleux à apparence fibreuse. Quelques-uns des fragments contiennent des cristaux irréguliers de feldspath sans apparence de quartz. La pseudo-eurite serait formée des mêmes éléments, avec un degré d'altération beaucoup plus avancé.

Quelques remarques sont faites au sujet de cette dernière observation de M. Collot. Plusieurs membres sont d'avis qu'il est difficile de ne pas admettre l'intervention d'éléments éruptifs dans la formation de l'eurite, d'autant plus qu'elle apparaît en filon.

M. **Bourgeat** expose ensuite le plan des excursions du lendemain aux environs de Salins, et termine la séance en remerciant M. l'instituteur de Moissey qui a bien voulu recevoir les membres de la Société dans son école.

La séance est levée à trois heures.

Séance du 30 Août 1911

PRÉSIDENCE DE M. COLLOT

La séance est ouverte à 2 heures, dans une des salles de l'école libre d'Arbois.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. **Bourgeat** rend compte des excursions de l'après-midi du 28 Août, du 29 Août et du matin du 30 Août.

Excursion du 28 Août à Montmirey-la-Ville et au Mont Guérin.

La Société traverse successivement (fig. 9) les Marnes irisées, l'Infralias où M. Collot fait voir un intéressant gisement de grès jaunâtres à *Mytilus minutus* Goldf., le calcaire à Gryphées, puis du Lias marneux. Elle atteint le Jurassique inférieur (Bajocien) en un point où M. Bourgeat fait voir des bancs pétris de Bryozoaires.

Vis-à-vis l'entrée du château de M. le baron d'Aligny, elle atteint le Jurassique supérieur en contact par faille avec le Lias puis elle arrive au Néocomien qui fut signalé par Charpy et de Tribolet, mais qui n'est pas marqué sur la Carte. Les assises sont du niveau de l'Hauterivien : on y trouve *Ostrea Couloni* d'Orb, *Alectryonia macroptera* Sow., *Corbis cordiformis* d'Orb., *Toxaster complanatus* d'Orb. C'est un calcaire blanchâtre, marneux, dont les caractères lithologiques ne rappellent en rien, selon M. Bourgeat, ceux du haut Jura. M. Collot qui a visité plusieurs fois ce Néocomien, l'a trouvé surmonté d'un petit lambeau de Gault formé d'un sable silicieux fin mêlé d'argile et de glauconie maintenant caché par la végétation. Ce lambeau est situé en face de la grille du château de M. d'Aligny.

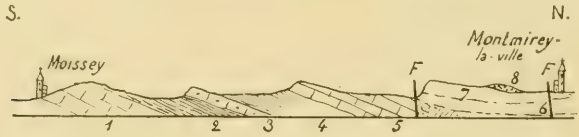


Fig. 9. — Coupe de Moissey a Montmirey-la-Ville.
Long. 1/75 000; haut. 1/30 000.
1, Muschelkalk; 2, Marnes irisées; 3, Calcaire marneux à Gryphées; 4, Marnes du Lias; 5, Jurassique bajocien avec Bryozoaires; 6, Jurassique supérieur; 7, Néocomien; 8, Gault; F, Faille.

Pendant la visite de ces formations, la Société est gracieusement invitée par Madame d'Aligny à accepter un rafraîchissement, Madame d'Aligny a, de plus, l'amabilité de lui faire visiter les collections d'œuvres d'art qu'elle possède et la riche bibliothèque du château.

Pour arriver au Mont Guérin on monte à travers des vignes plantées sur le Lias où, lorsque la terre est fraîchement remuée et humide, on trouve beaucoup de fossiles pyriteux surtout *Ammonites margaritatus* Moret, *Amm. spinatus* Brug. et plus haut les différentes espèces de *falciferi* propres au Toarcien. Malheu-

reusement la sécheresse a durci les terres qui n'ont pas été remuées depuis longtemps. La Société ne peut en recueillir que quelques-uns et constater la présence d'un minerai de fer oolithique analogue à celui d'Amange, mais plus consistant et un peu plus épais. Il est situé, comme ce dernier, à la base du Bajocien. Au pied du Mont Guérin, du côté de France, on atteint une carrière de beaux calcaires à Entroques rosés. Quelques bancs d'un calcaire brun les séparent d'un dépôt marneux riche en *Rhynchonella varians* D'ORB. et *Pholadomya Murchisoni* SOW. Au-dessus viennent des calcaires bathoniens d'apparence moins oolithique que ceux d'Amange. Ce sont eux qui forment l'entablement supérieur du Mont Guérin (fig. 10).

Bien que ce mont ne soit pas très élevé, la vue dont on y jouit s'étend fort loin sur la Bourgogne. Aussi n'est-il pas étonnant qu'il ait servi de campement à l'homme depuis des âges bien reculés. M. Février qui l'a exploré, ainsi que M. Piroutet, nous y montre un vallum contre la face interne duquel on recueille, dans les matériaux accumulés, des débris de silex et d'ossements, dans les foyers hallstattiens.

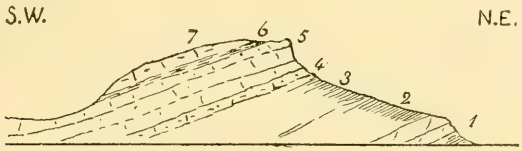


FIG. 10. — COUPE DU MONT GUÉRIN.
1, Calcaire à Gryphées; 2, Marnes à *Ammonites margaritatus* et *Plicatula spinosa*; 3, Marnes à *Ammonites radiosus* et *A. aalensis*; 4, Minerai de fer; 5, Bajocien; 6, Marnes à *Pholadomya Murchisoni*; 7, Bathonien suboolithique.

La nuit venant, on s'empresse de descendre sur Moissey pour reprendre les voitures. En s'y rendant on peut constater comment au pied du Mont Guérin, de ce côté, le Lias forme un niveau aquifère important, que la sécheresse persistante n'a pu tarir.

Enfin on rentre à Dôle vers les dix heures du soir sans avoir pu étudier les environs de Menotey.

Excursion du 29 Août à Pagnoz et Ivrey.

La Société quitte Dôle à 7 h. 40 du matin, par le train qui se dirige vers Pontarlier. Elle atteint, au delà du Doubs, le conglomérat de la forêt de Chaux et le traverse sur plus de 10 km. de parcours. Une série de tranchées, dont la première est celle qui a

été étudiée la veille, permettent d'observer en passant ce conglomérat et de constater qu'en beaucoup de points les blocs disparaissent à la partie supérieure pour faire place à des argiles ou à des sables. Elle arrive enfin à Mouchard où des voitures l'attendent.

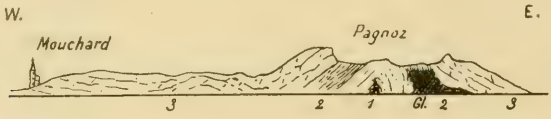


Fig. 11. — Coupe de Mouchard a Pagnoz. — Long. 1/75 000 ; haut. 1/30 000. 1, Bathonien ; 2, Oxfordien ; 3, Jurassique supérieur ; Gl, Placage glaciaire.

De Mouchard à Pagnoz, elle passe successivement du Jurassique supérieur, qui forme le fond de la vallée de Port-Lesney, à l'Oxfordien, puis au Bathonien (fig. 11). Au delà du Bathonien, elle trouve, sur la gauche de la route, des blocs empâtés dans de l'argile et qui ont tous les caractères du Glaciaire, comme l'avait indiqué précédemment M. Bourgeat. A droite, en allant vers la tranchée du chemin de fer, de Mouchard à Salins, M. Bourgeat montre aussi de gros blocs noyés dans de l'argile (fig. 12), qui sont également pour lui d'origine erratique. Ils se montrent dans la tranchée et encore au delà.

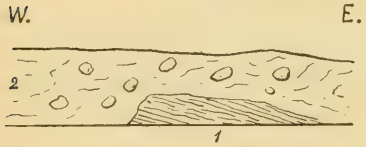


Fig. 12. — Coupe de la tranchée du chemin de fer au dela de Pagnoz. 1, Trias (Marnes irisées en place) ; 2, Argile avec gros blocs usés répandus sans ordre.

Fig. 13. — Glaciaire de Marnoz. 1, Glaciaire ; 2, Terre végétale.

Tout n'est cependant pas erratique dans la tranchée, car vers le fond, on peut observer en place les Marnes irisées du Trias.

On traverse ensuite la voie ferrée en allant sur Marnoz et à la descente vers Marnoz on retrouve des blocs empâtés dans l'argile. Comme la tranchée du chemin n'est plus fraîche et qu'elle est en grande partie masquée par la végétation, M. Bourgeat conduit les excursionnistes au couchant du village à une tranchée récemment ouverte dans un chemin rural. Là tout le monde peut

s'assurer qu'on a bien affaire à du Glaciaire non marqué sur la Carte et que la faille courbe, figurée sur cette dernière, comme étant des lambeaux de Lias et de Trias, n'est que le contour de ce placage glaciaire. On le reconnaît du reste sur presque toute la surface de ce placage aux amas de pierres de nature très variée et plus ou moins arrondies et polies que les cultivateurs ont retirées des champs. Ce sont, comme ils le disent, des blocs sans racine et perdus dans l'argile (fig. 13).

Cette constatation supprime donc en ce point la complexité des failles courbes que supposait Marcel Bertrand et qu'il n'expliquait que par des charriages. Il est curieux de noter que cette théorie si féconde des charriages, née là pour Marcel Bertrand, ne s'y retrouve pas confirmée.

La Société s'engage enfin sur la route de Marnoz à Salins. Elle atteint, avant d'arriver en vue de Salins, le Jurassique supérieur qui est remarquable par de puissants éboulis, puis elle arrive au delà d'une faille qui met ce Jurassique supérieur en contact avec le Trias sur lequel repose la ville de Salins. Il est l'heure du déjeuner lorsque la Société atteint la ville.

Après le déjeuner, en raison de la très forte chaleur qui l'empêche de se mettre en route, elle commence par visiter les salines, de date très ancienne, où elle est gracieusement conduite par le Directeur. Elle peut en étudier l'outillage et voir comment l'eau salée est ramenée des profondeurs par une pompe, puis soumise à l'évaporation dans de grandes chaudières.

De là elle se rend aux carrières souterraines de gypse de M. Clément, dont le fils lui fait très obligeamment les honneurs. Ces carrières, éclairées à la lumière électrique, présentent toutes les ressources de l'outillage moderne. Elles se développent suivant un plan incliné parallèle aux couches et montant au Nord-Est vers la route de Saisenay, près de laquelle il y a un orifice de sortie. C'est là que les voitures doivent attendre la Société pour l'excursion du pied du Poupet, de Saint-Thiébaud et d'Ivrey. On remarque que, dans ces carrières, il y a trois bancs de gypse exploités, séparés par des Marnes irisées et des dolomies, dont le supérieur, le plus puissant et le plus blanc, est à une vingtaine de mètres au-dessous du niveau de séparation des Marnes irisées et du Calcaire à Gryphées. Il mesure de 1 m. 50 à 1 m. 80, parfois même 2 m. d'épaisseur. Celui qui vient au-dessous est puissant de 0 m. 80 à 1 m. Entre lui et le précédent s'intercale un petit banc irrégulier de 5 à 40 cm. d'épaisseur. Le troisième en

profondeur est légèrement rosé et légèrement veiné de dolomie. Dans les marnes qui le séparent du deuxième, il se rencontre souvent des rognons de gypse très pur, de la grosseur d'une noix de coco.

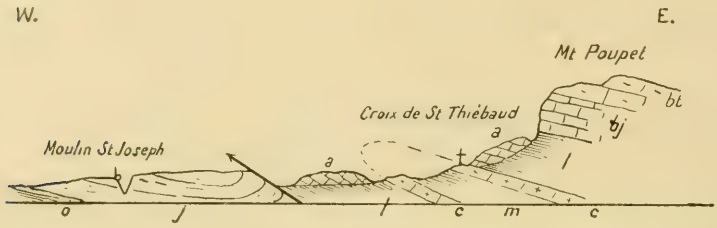


Fig. 14. — Coupe du Poupet vers Pagnoz par la Croix de Saint-Thiébaud. Long. 1/60 000 ; haut. 1/25 000.
m, Marnes irisées ; *c*, Calcaire à Gryphées ; *l*, Lias ; *bj*, Bajocien ; *bt*, Bathonien ; *o*, Oxfordien ; *j*, Jurassique supérieur ; *a*, Jurassique inférieur poussé en avant.

Au sortir de ces carrières, dont la fraîcheur contraste avec l'énorme chaleur du dehors, on arrive aux voitures qui attendent sur la route de Saisenay. Prenant le chemin de Saint-Thiébaud, on traverse un bel affleurement de calcaires à Gryphées et à *Arietites Bucklandi*, puis on atteint les marnes et les dolomies du Trias supérieur sur lesquelles on chemine jusque près de la Croix qui est en vue de Saint-Thiébaud. En se retournant vers Salins, la Société aperçoit au-dessous de la Roche Pourrie deux saillies de calcaires à Gryphées avec interposition de marnes irisées qui indiquent au moins une faille. On a aussi l'idée que les deux lèvres de la cluse de Salins ne seraient pas restées en place. Celle du levant, tout au moins, aurait été poussée vers le Nord, et le Poupet ne serait que le correspondant du rocher qui porte le fort Saint-André. A la Croix de Saint-Thiébaud, on retrouve le calcaire à Gryphées sur lequel a glissé un lambeau considérable de Jurassique inférieur venu du Poupet. De l'autre côté du village, vers le Nord, on voit reposer sur le Jurassique supérieur une grande surface de Bajocien dont les contours, onduleux du côté opposé au Poupet, constituent la faille courbe du bois de Méhaut signalée par Bertrand. Cet éminent géologue l'expliquait par un immense charriage du *Jurassique supérieur* qui, venu du levant du Poupet par-dessus les autres formations se serait avancé jusque près d'Aiglepierre et aurait ainsi formé en avant la faille courbe d'Aiglepierre et en arrière les contours dentelés du bois Méhaut. S'il en était ainsi, le Jurassique inférieur ne devrait pas chevaucher sur le supérieur et celui-ci devrait

présenter des traces de charriage telles que brèches de friction, cassure multipliées, étranglements, etc. Or il n'en est rien. La clef de la solution de la question se trouve, de l'avis de M. Bourgeat, à 5 km. plus loin, près du village d'Ivrey et c'est pour cela qu'on a hâte de gagner ce village avant la nuit.

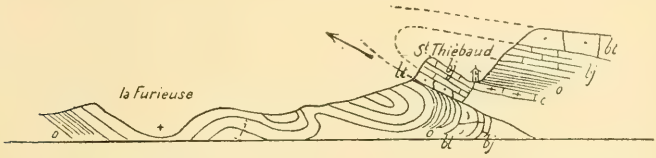


Fig. 15. — Coupe de Saint-Thiébaud a la vallée de la Furieuse.

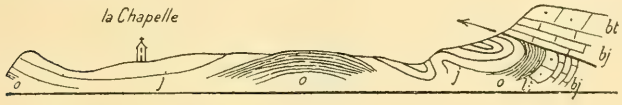


Fig. 16. — Coupe de la chapelle au Nord d'Ivrey.

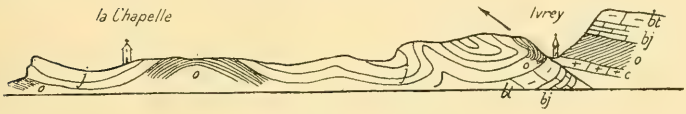


Fig. 17. — Coupe de la chapelle a Ivrey.
Long. 1/75 000; haut. 1/30 000
c, Calcaire à Gryphées; *l*, Lias marneux; *bj*, Bajocien; *bt*, Bathonien; *o*, Oxfordien; *j*, Jurassique supérieur.

En effet, à mesure que l'on s'avance vers ce village, on voit la grande boutonnière du pied du Poupet se rétrécir. Au village même, elle ne mesure plus qu'un bon millier de mètres. Plus au Nord, elle se ferme complètement de la façon suivante. Au levant se présente une forte avancée du Bajocien qui vient buter contre le Jurassique supérieur, le replie et le recouvre. C'est une poussée d'anticlinal déversé avec faille, les couches inférieures du côté oriental étant venues sur les couches supérieures du côté occidental. C'est la disposition du bois Méhaut avec cette particularité en plus pour ce dernier, que les couches avancées ont été coupées en arrière de leur superposition et semblent isolées. Les figures 14-15-16-17 comparées entre elles, permettent de s'en rendre compte.

Il y a donc bien là un charriage; mais un charriage moins gigantesque que celui que supposait Marcel Bertrand en faisant jouer le Jurassique supérieur sur un long trajet.

Après avoir passé à Ivrey, on constate que la poussée a replié les assises du Jurassique supérieur. Les premiers calcaires que l'on rencontre et qui semblent les plus élevés de cette série sont d'âge rauracien, car ils contiennent *Cidaris florigemma* avec Polypiers. Au-dessous on trouve le Virgulien, reconnaissable à des marnes où se trouve l'*Ostrea virgula* Defrance, une petite Huître voisine de l'*Ostrea Bruntrutana* Thurm., puis des calcaires compacts qu'on ne peut rapporter qu'au Portlandien, après quoi la série recommence, mais en sens inverse du premier, c'est-à-dire dans l'ordre normal.

La nuit qui descend ne permet pas d'observer un second pli du même Jurassique avant d'arriver à La Chapelle ; mais la Société qui vient de suivre une route très fraîchement ouverte, comprend que Marcel Bertrand, qui n'avait pas l'avantage d'observer les tranchées qu'elle présente, n'ait pu se faire une idée très exacte des phénomènes tectoniques. On regagne à la hâte Salins par la route de Quingey.

Excursion du 30 Août aux Arsures et au Bois de Mouchard.

La Société quitte Salins à 6 h. 1/2 par la route d'Arbois qu'elle avait suivie en sens inverse la journée précédente en revenant de Marnoz à Salins. Au delà de Marnoz et au voisinage d'Aiglepierre elle atteint le Jurassique supérieur, qui est ici en contact par faille avec le Trias situé vers le Sud-Est. Elle longe la faille jusqu'au delà du village des Arsures. C'est entre Aiglepierre et les Arsures, au point où la route commence à descendre, qu'elle aperçoit, tant à sa droite sur le Jurassique supérieur qu'à sa gauche sur le Trias, de gros blocs erratiques qui rappellent ceux qu'elle a vus la veille à la tranchée du chemin de fer de Pagnoz. M. Bourgeat les attribue au Glaciaire et les regarde comme un lambeau plus ou moins altéré du Glaciaire descendu du Poupet dans le Bois de Mouchard. Il fait remarquer que ces blocs n'ont rien de commun avec un poudingue ou mieux une brèche que l'on va trouver bientôt sur le Jurassique supérieur en s'approchant des Arsures. Son explication sur l'origine glaciaire des blocs, n'est pas à ce moment-là universellement admise. Bien qu'ils aient une partie de leur surface arrondie, on lui objecte qu'ils ne sont pas noyés dans de l'argile glaciaire et qu'on peut tout aussi bien les attribuer à des éboulis. Il prie alors la Société de réserver son jugement et d'attendre la suite de l'excursion.

On arrive bientôt à la brèche annoncée et l'on constate qu'elle est formée surtout d'éléments pris au Jurassique supérieur. Quant

à savoir si son dépôt est de la fin du Jurassique supérieur ou d'une époque plus récente, il y a discussion.

M. Bourgeat rappelle que Marcel Bertrand a signalé une brèche semblable qu'il rattache au Portlandien dans la Haute-Saône et au fort de Trois-Châtels situé près de la citadelle de Besançon. C'est cette dernière seulement que M. Bourgeat a pu visiter. Elle ne lui paraît pas être identique à celle des Arsures.

M. **Collot** observe que la pâte du conglomérat semble appartenir à un autre terrain qu'au Jurassique supérieur. Si en quelques points le conglomérat paraît se trouver entre deux couches parallèles du Jurassique supérieur en place, il semble qu'il y a discordance en d'autres points. Il pense donc qu'on pourrait rapprocher ce conglomérat de certains dépôts analogues qui se rencontrent en Bourgogne à la base du Miocène et lui attribuer un âge tertiaire.

C'est aussi l'avis de M. **Jodot**[1].

Vis-à-vis le milieu du village des Arsures, on arrive à l'entrée d'un chemin qui se dirige vers Montigny. Là, dans une tranchée, M. Bourgeat fait extraire du sein d'un argile tenace des blocs où l'on s'accorde cette fois à reconnaître les caractères du Glaciaire, puis on se dirige rapidement dans le Bois de Mouchard par le chemin de Saint-Cyr, à travers les assises de l'Infra-Lias et du Trias. On arrive bientôt au lit d'un ruisseau longé par une charrière qui se dirige vers Certemery. De part et d'autre de ce ruisseau le Glaciaire se montre très nettement. Il y a là une véritable

1. M. Jodot, après étude des matériaux du conglomérat discordant sur le Portlandien recueilli près des Arsures, revient sur l'interprétation qu'il a émise avec M. Collot dans la séance du 30 août.

Le conglomérat qui, en réalité, est une brèche à éléments jurassiques un peu roulés, n'a pas l'aspect ancien (secondaire). Ce n'est pas une brèche formée par des éboulis sur les pentes. Elle ne peut, non plus, être comparée aux conglomérats tertiaires connus dans la région, par exemple à celui de Saint-Agnès visité par la Société le 1er septembre.

Il semble plus naturel de rapporter cette formation à une brèche glaciaire, dans laquelle un ciment calcaire aurait remplacé la boue glaciaire. Cette interprétation n'est pas une simple hypothèse, elle est basée sur un précédent signalé par M. Piroutet [Note préliminaire sur quelques lambeaux de dépôts glaciaires et d'alluvions anciennes des environs de Salins (Jura). *Feuille jeunes Nat.*, n° 357, 1er juillet 1900) qui a observé des brèches analogues dans la région, par exemple : au sommet de la pente rapide de la rive gauche du lit encaissé de la Furieuse au Martinet-du-Bas, sur le petit plateau du Mont-de-Simon; un autre lambeau vers le sommet de la descente de la route avant d'arriver à Pagnoz, environ 800 m. avant d'arriver au village ; enfin, une série de placages sur le flanc sud de la colline cotée 425, qui domine les Arsures, et visible surtout à côté de la première maison, sur la route venant de Salins. Du reste, M. Piroutet, qui a vu les échantillons, est entièrement d'avis de considérer la formation visitée par la Société, comme l'analogue à celles qu'il a signalées. En rapportant à une formation glaciaire cette brèche, on ajoute un point de plus aux divers témoins glaciaires qui nous ont été si bien montrés par M. Bourgeat. Il reste à préciser à quel stade de glaciation il faut rapporter ces témoins.

moraine qu'entaille le cours d'eau et qui ne peut venir que de la vallée de Salins par Aiglepierre et les Arsures.

Comme plus loin, on n'a pas jusqu'ici trouvé d'autres traces de Glaciaire, on peut croire que c'est la moraine frontale du glacier salinois dont les blocs des Arsures seraient des témoins altérés et le Glaciaire de Marnoz un témoin mieux conservé.

En se dirigeant ensuite par un chemin qui prend à gauche ou vers le Sud, la Société atteint la grange Fontaine, et va à quelques pas de cette ferme visiter un lambeau de Jurassique inférieur ennoyé entre le Lias et le Trias.

M. **Euchène** demande si ce lambeau ne serait pas un synclinal reposant sur le Lias et séparé du Trias par une faille.

M. **Bourgeat** répond qu'à son avis c'est un synclinal. La coupe qu'il en a déjà donnée, en 1903, dans le *Bulletin de la Société géologique*[1] suppose un synclinal. De part et d'autre en effet on trouve le calcaire à Entroques penchant dans le même sens et comprenant du Bathonien dans ses assises. C'est bien un V couché, comme la Société le constate. M. Bourgeat fait remarquer aussi que le calcaire à Entroques n'est pas la partie du Bajocien qui touche le Lias, et que, pour expliquer l'ennoyage, il faut supposer non pas une, mais deux failles telles qu'il les a autrefois figurées de part et d'autre du lambeau (fig. 8). Si on n'admet pas ces failles encadrant le massif, on ne peut en expliquer la position que par un charriage.

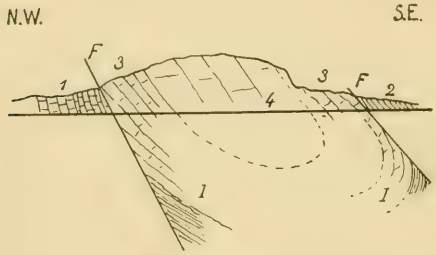


Fig. 18. — Coupe du massif jurassique de la Grange-Fontane.

1, Marnes irisées; 2, Lias; 3, Bajocien; 4, Bathonien; 1, Couches inférieures du Bajocien; F,F, Failles encadrant le massif.

La Société visite ensuite des bancs de dolomie triasiques sur la route de Saint-Cyr à Arbois, puis des cargneules de dolomie triasiques au Nord de Villette et elle se rend à Arbois pour déjeuner et pour tenir séance.

M. **Bourgeat** trace le programme des excursions suivantes et remercie le directeur de l'École libre d'Arbois.

1. 4e série, tome III, page 315.

Séance du 31 Août 1911.

PRÉSIDENCE DE M. LE CHANOINE BOURGEAT, PUIS DE M. COLLOT

La séance est ouverte à 11 heures dans une des salles de l'Hôtel de Ville de Poligny.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

Au commencement de la séance, M. Bourgeat, président, remercie M. le Maire de Poligny de l'accueil qu'il a bien voulu faire à la Société, et du soin qu'il a pris de ménager aux membres présents toutes facilités pour visiter le musée communal si intéressant par les fossiles qu'on y voit, notamment le squelette de *Dimodosaurus poligniensis*, trouvé dans les formations triasiques de Saint-Lothain, et restauré par A. Gaudry.

M. **Bourgeat** fait le compte rendu des excursions du 30 Août après-midi et du matin du 31 août.

Excursion du 30 Août vers Poligny.

Lorsque la chaleur commence à tomber, la Société se met en marche vers Poligny par la vieille route, c'est-à-dire par Pupillin.

Elle gravit d'abord les pentes marneuses du Lias couvertes de vignobles et remarque plusieurs paquets de Bajocien qui ont glissé par-dessus les marnes et qui présentent toutes sortes d'inclinaisons.

Elle arrive enfin, non loin de Pupillin, au Bajocien en place. Il commence par un petit lit d'oolithe ferrugineuse, puis se continue par des calcaires roux avec traces de *Cancellophycus* alternant avec des marnes. C'est dans ces calcaires roux qu'on observe un lit *de galets* dans lequel M. Delépine trouve de bons exemplaires de l'*Amm. Murchisoni* Sow.

Vis-à-vis ces calcaires bajociens, du côté du levant, et semblant reposer comme eux sur le Lias, se montre un massif escarpé de Bathonien à stratification très confuse, que dominent en arrière les calcaires bajociens de la falaise bressanne. Ce massif forme presque l'extrémité nord-est d'une bande étroite de Bathonien qui court d'Arbois jusqu'aux environs de Lons-le-Saunier avec interruption vis-à-vis de Saint-Lothain, et qui est tantôt en contact avec un peu de Bajocien, tantôt avec du Lias supérieur, quelquefois même avec le Lias moyen. Sa position anormale avait attiré

l'attention de Marcel Bertrand qui crut devoir l'attribuer à une dissolution des couches sous-jacentes.

Quoi qu'il en soit, elle est là en contact avec du Lias. Plus au Nord, à la saillie de l'Ermitage d'Arbois, elle repose sur un palier de Bajocien, au-delà de Pupillin, elle s'amincit au point de n'avoir que de 20 à 30 mètres de largeur ; puis elle s'élargit à nouveau à 100 et même 150 mètres au voisinage de Poligny.

La Société la longe donc tout le temps en suivant la vieille route d'Arbois. Au delà de la Vierge de Pupillin, elle la voit arriver tout près du calcaire à Gryphées, puis former vis-à-vis Buvilly, un escarpement très abrupt coupé de diaclases presque verticales qui en masquent la stratification. C'est au pied de cet escarpement que la Société rencontre sur le Lias un lambeau de Glaciaire que Marcel Bertrand a très bien figuré sur la Carte. Sa présence est intéressante à constater, car il ne se trouve à son voisinage aucune vallée qui ait pu servir de lit d'écoulement à un glacier.

Du chemin qu'elle suit, la Société peut, grâce à la limpidité de l'air, observer le profil de la falaise bressanne et se rendre compte de la dénudation qui s'est produite à son couchant, par les mamelons isolés du Jurassique qui y couronnent le Lias.

Elle descend ensuite les différents niveaux du Lias et coupe en particulier le calcaire à Gryphées, marqué toujours par une saillie entre les marnes du Trias en bas et les marnes du Lias au-dessus, puis elle arrive à Poligny au niveau du Trias recouvert d'éboulis et d'Erratique remanié.

M. **Collot** fait observer que ces plissements ne lui paraissent nulle part être amorcés sur ce rebord du Jura. Il propose une explication différente : la région extérieure du Jura serait découpée par des failles en compartiments, dont les plus voisins de la bordure seraient affaissés. Dans ces derniers, le Bathonien aurait subsisté, tandis que sur les compartiments non affaissés, il a été enlevé par l'érosion. En avant de la bande affaissée, sur bien des points, le Bajocien lui-même a disparu. Ainsi s'expliquerait sur toute cette bordure du Jura, le contact anormal du Bathonien avec le Bajocien ou même avec le Lias.

M. **Bourgeat** fait observer que partout dans le Jura, il a observé des plis failles, et non des failles ordinaires, et qu'il a pu montrer près de Poligny un exemple de couches dont le pendage variable ne lui paraît pouvoir s'expliquer que par l'existence d'un pli.

Excursion du 31 Août à Chaussenans.

Partie à 6 h. 1/2 en automobile de Poligny par la route de Champagnole, la Société s'arrête à l'entrée de la vallée de Vaux, ouverte dans le Lias et dominée par les escarpements du Bajocien. Ce qui attire là son attention, c'est la position d'un lambeau de Bathonien sur lequel était assis l'ancien château de Grimont. Ce lambeau n'est que la terminaison, au débouché de la vallée, de la bande que la Société a suivie la veille de Pupillin à Poligny. Les couches en sont fortement inclinées et repliées, en avant du Bajocien qui a lui-même glissé au-dessous de sa position normale comme l'indique la figure 19.

Elle traverse ensuite en montant toutes les formations du Lias plantées en vignes ou couvertes de végétation.

Au-dessus du Petit Séminaire à un dernier contour de la route, elle atteint une alternance de marnes et de marno-calcaires qui constitue la partie inférieure de la zone à *Amm. Murchisoni* Sow., où se trouvent quelques exemplaires de ce fossile, puis elle coupe une succession de calcaires à surface brune, dont les bancs supérieurs sont pétris de rognons siliceux qui font saillie sur la tranchée de la route. Le calcaire ayant été rongé par les agents atmosphériques, leur résistance plus grande leur a permis de se montrer en relief.

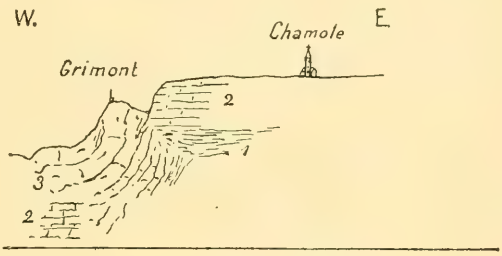


Fig. 19. — Coupe du Grimont.
1, Lias : 2, Bajocien ; 3, Bathonien.

Plus haut, la route suivie traverse à nouveau des marno-calcaires qui constituent les zones à *Amm. Sowerbyi* et *Amm. Sauzei.* On arrive ainsi au-dessus d'un oratoire où les marno-calcaires forment un talus très rapide couvert de buissons. Un sentier qui y avait été pratiqué auparavant par les soins de M. Bourgeat, a permis aux excursionnistes de constater à la partie supérieure l'existence d'un niveau à galets couverts de Serpules et d'Huîtres, et percés de Tarets. Son existence, rapprochée du niveau à galets de l'*Amm. Murchisoni* observé la veille près de Pupillin, montre qu'à deux reprises au moins durant le dépôt des assises bajociennes dans le Jura, la mer eut une faible profondeur.

Continuant à monter, la Société traverse une série de calcaires à chailles, puis elle atteint des calcaires à Entroques avant d'arriver au sommet de l'ascension, à la maison Lolo (fig. 20).

A quelques centaines de mètres plus loin elle arrive à des carrières ouvertes à la partie supérieure de ce calcaire crinoïdique. Elle constate que les bancs en deviennent de plus en plus minces à mesure que l'on s'approche du sommet et qu'ils y présentent une disposition transgressive. M. Bourgeat, qui l'a fait remarquer, rappelle que cette même disposition se retrouve dans les niveaux oolithiques du Bathonien et du Jurassique supérieur, ainsi que dans les bancs crinoïdiques de l'Hauterivien des environs de Saint-Lupicin.

L'ensemble de toutes les assises bajociennes paraît avoir de 170 à 180 mètres d'épaisseur.

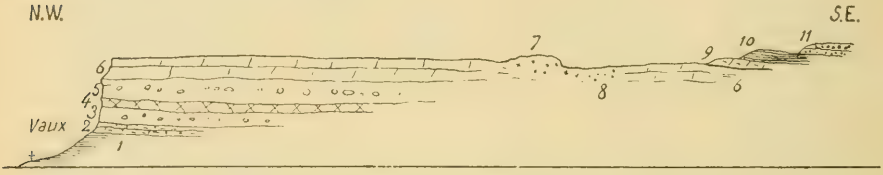


Fig. 20. — Coupe du Jurassique des Monts de Vaux sur Poligny.
Long. 1/75000; haut. 1/30000.

1, Lias; 2, Alternances de marnes et de calcaires; 3, Premier niveau à silex; 4, marnes avec galets roulés; 5, Deuxième niveau à silex; 6, Calcaire à Entroques; 7, Massif à Polypiers de Chaussenans; 8, Calcaire oolithique; 9, Calcaire grumeleux à *Ostrea* et *Pecten*; 10, Marnes à *Ostrea acuminata*; 11, Sables stratifiés de Chaussenans.

La dernière couche des calcaires à Entroques est durcie, et perforée. Sur elle s'élèvent des calcaires marneux à grains très grossiers pétris de débris d'Oursins, d'*Ostrea Marshi* et de fragments de Pectens dont les principaux sont *Pecten virguliferus* Phil. *Pecten Dewalquei* Oppel. C'est ce que les ouvriers des carrières appelent la *crasse* parce que c'est un recouvrement impropre à l'exploitation.

Couverte de buissons au-dessus des carrières, la crasse se montre un peu plus marneuse de l'autre côté d'un chemin qui va à Chaussenans. Là, son contact avec le calcaire à Entroques est marqué par un nombre prodigieux de trous de Tarets qui perforent ce dernier calcaire. A une hauteur d'environ 2 m. elle est pétrie de variétés nombreuses d'*Ostrea acuminata* Sow., et de *Rhynchonella varians* d'Orb.

La Société peut suivre la surface taraudée sur un trajet assez considérable en allant vers le Nord, puis après avoir traversé

quelques murs de clôture elle arrive à des dépôts meubles qu'on appelle les *sablières de Chaussenans.*

Ils consistent en une succession de lits de sable et de lits de galets en stratification lenticulaire qui rappelle celle des deltas. Les sables et les galets sont calcaires et proviennent surtout des couches du Bathonien. Ils recouvrent une surface de 2 ou 3 hectares sur une épaisseur de 8 à 10 m. Leur position loin de tout cours d'eau et dans une sorte de dépression du Jurassique inférieur soulève une discussion. Plusieurs membres sont d'avis de les attribuer à un ancien cours d'eau. M. Bourgeat fait remarquer que rien dans le relief avoisinant ne permet d'admettre cette explication car les sables sont dans une dépression fermée.

Ce cours d'eau ne serait admissible que si l'on supposait que le relief du Jura a changé depuis les dépôts en question. Il lui semble plus juste de leur attribuer une origine à la fois glaciaire et lacustre. Un glacier venu de la chaîne de l'Euthe située au levant aurait poussé jusque là sa moraine de front. Celle-ci à la fusion du glacier aurait barré les eaux et donné ainsi naissance à un lac dont le niveau se serait abaissé peu à peu et dont le flot aurait lavé et stratifié en lentilles les sables et les galets. Il cite en témoignage de l'existence de ce glacier les dépôts morainiques que l'on a découverts non loin de là aux environs du Fiez d'un côté et près du Besain de l'autre. Il cite un cas très net de la production de sables et de galets tout à fait semblables. C'est celui du côté nord du lac de l'Abbaye, où une moraine constamment lavée par le flot se débarrasse de ses argiles et prend la stratification lenticulaire.

Revenant vers le chemin de Chaussenans, les excursionnistes atteignent un monticule en forme de champignon très surbaissé constitué en majeure partie par des Polypiers du genre *Astrea* devenus siliceux. C'est le fameux gateau coralligène du Tilleul de Chaussenans. Ce gateau repose sur le calcaire à Entroques auquel il se lie intimement. Entre lui et une saillie de calcaires à Entroques située un peu plus loin, il existe du calcaire oolithique blanc. M. Bourgeat voit dans ce calcaire oolithique un faciès spécial du calcaire à Entroques *au voisinage du récif.*

M. **Collot** pense au contraire que la région est faillée et que c'est une bande d'oolithe bathonienne qui est descendue là entre le calcaire à Entroques et le massif à Polypiers. Il s'appuie pour le soutenir sur ces deux faits : 1° que le changement de faciès est trop brusque ; 2° qu'il y a un abrupt bien prononcé quoique de faible dimension entre le récif et le calcaire oolithique. Parallèlement à cet abrupt, du côté nord, des diaclases, formant cortège à la faille présumée, accentuent

sa vraisemblance ; elles s'alignent vers le N.E., comme la bande bathonienne d'Arbois à Poligny, comme la moyenne des failles de l'Euthe.

M. **Riche** rappelle cependant, à l'encontre de cette explication, que plus d'une fois, dans le Nord du Jura méridional, il a vu les assises du Jurassique inférieur devenir oolithiques à l'approche des massifs à Polypiers.

Ces observations terminées, la Société remonte en voiture pour aller au delà de Chaussenans et de Chamole descendre sur Poligny par un nouveau chemin qui vient de s'ouvrir dans le Jurassique inférieur.

Elle retrouve là les mêmes calcaires bajociens qu'elle a observés en montant, mais en série inverse. Les chailles y sont moins visibles puisque les agents atmosphériques ne les ont pas encore mis en saillie ; mais par contre les calcaires à Entroques du sommet sont très faciles à reconnaître au miroitement qu'ils présentent au soleil. On y remarque aussi, en un point, une descente en compartiment analogue à celle qu'invoquait tout à l'heure M. Collot, mais d'amplitude beaucoup moins grande. Vers l'ancien chemin qui s'appelle la Percée on retrouve la bande bathonienne que l'on a remarquée le matin au château de Grimont. Les diaclases qui la découpent ne permettent guère en ce point d'en déterminer exactement l'inclinaison des couches. Non loin de là, sur la gauche de la descente, M. Collot fait remarquer que le contact de ce Bathonien descendu en contrebas avec les assises inférieures du Bajocien est marqué par une surface de glissement presque verticale.

La Société n'a que le temps de jeter un coup d'œil sur la plaine bressanne, qui s'étend devant elle et de noter l'existence d'une exploitation de sel au Sud-Ouest de Poligny. Elle redescend rapidement en ville pour tenir séance.

On demande à M. Bourgeat quelle idée il s'est faite au sujet du Bathonien qu'on a suivi la veille et qu'on a observé deux fois ce matin en contre-bas par rapport à la falaise bajocienne en place. M. **Bourgeat** répond qu'il est porté à l'attribuer non pas à un phénomène de dissolution des assises sous-jacentes comme le pensait Marcel Bertrand, mais plutôt à une poussée venue de l'Est. Ce serait, sinon un lambeau de poussée, du moins le centre d'un synclinal déformé et descendu en contre-bas comme il l'a figuré déjà en 1898[1].

M. **Collot** est plutôt d'avis que toute la bande est due à une double faille qui aurait fait descendre plus ou moins une zone de Jurassique

1. *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXVI, p. 447.

entre les assises restées en place. Il invoque à l'appui de son opinion les petites failles en compartiment observées le matin sur la nouvelle route de Chamole et la disposition de la surface de glissement du Bathonien sur le Bajocien à la *Percée*.

Sans récuser cette explication pour la partie voisine de Poligny où le Bathonien semble être resté horizontal, M. **Bourgeat** répond qu'elle ne répond guère à l'ensemble de la tectonique du Jura où ce sont les plis et les plis-failles qui sont la loi. Il rappelle que tout près de l'endroit où le Bathonien paraît horizontal se trouve le château de Grimont assis sur du Bathonien plissé en zig zag.

M. **Riche** fait remarquer que la Rhynchonelle trouvée le matin dans les marnes à *Ostrea acuminata* n'est pas la *Rhynchonella varians* mais la *Rhynchonella Edwardsi* Chap. et Dew., *Rhynchonella varians* de Buch occupe un niveau plus élevé dans le Bathonien.

Après la séance, on visite le musée où l'on peut admirer les puissantes griffes dont était armé le *Dimodosaurus*. On y remarque aussi une intéressante collection locale recueillie autrefois par Pidancet.

Séance du 1er Septembre 1911

PRÉSIDENCE DE M. COLLOT

La séance est ouverte à 2 heures dans une des salles de l'Hôtel de Cuiseaux.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. **Bourgeat** fait le compte rendu des excursions du 31 Août après-midi et du matin du 1er Septembre.

Excursion du 31 Août aux grottes de Baume.

Le soir, lorsque la chaleur commence à se dissiper, on gravit la route de Plasne ayant toujours sur la gauche la bande de Bathonien en position anormale.

On arrive ainsi aux marnes de Plasne bien connues des géologues qui ont étudié les travaux de Marcou. Ces marnes qui reposent sur une surface taraudée, ont une épaisseur de 6 à 7 m. Elles sont rougeâtres à la surface mais bleuâtres en profondeur. Elles sont toutes pétries des variétés d'*Ostrea acuminata* auxquelles s'associent *Pecten Dewalquei* Oppel, *Homomya gibbosa* et *Ammonites Parkinsoni* à tours étroits. M. Lissajous y découvre un bel exemplaire de *Belemnites giganteus* qui est un des fossiles caractéristiques du Bajocien.

D'autre part, M. **Collot** fait remarquer entre ces marnes et le Bajocien une surface de friction, qui est, à ses yeux, une preuve nouvelle que la bande bathonienne est limitée par des failles.

En suivant de là la route de Lamare on arrive aux Granges de Ladoye au-dessus de la vallée de Blois d'où sort une des branches de la Seille. Une saillie bajocienne y est entaillée par le chemin qui descend vers Château-Châlon et s'y montre constituée par des Polypiers comme au Tilleul de Chaussenans. La Société peut constater qu'elle est, comme à Chaussenans, à la partie supérieure des calcaires à Entroques et y recueille de beaux échantillons d'*Astrea*.

On descend alors par Château-Châlon sur Nevy, et on observe au sortir de Château-Châlon l'existence d'une faille qui relève au levant le Toarcien presque au niveau du Bajocien sur lequel repose le village.

De Nevy, on s'engage au Sud dans la vallée de Beaume, qui correspond aussi à une faille. En effet, tandis qu'à droite du chemin suivi, c'est-à-dire à l'Ouest, on voit bien les Marnes irisées surmontées d'un restant très accusé de calcaires à Gryphées, rien de semblable ne se présente à l'Est. Il n'y a que du Lias moyen et supérieur. A Beaume on trouve à gauche une vallée plus étroite couverte d'éboulis calcaires, du sein desquels émergent de beaux noyers. C'est cette vallée que l'on suit pour aller aux grottes de Beaume où la petite rivière du Dard, un autre affluent de la Seille, prend sa source.

Deux choses surtout frappent dans cette visite aux grottes qui sont ouvertes dans le Bajocien : 1° l'important dépôt de tuf calcaire fourni par les eaux à leur orifice ; 2° les diaclases gigantesques qui y découpent le Bajocien et suivant lesquelles se sont produites des chambres élevées de 30 à 40 m.

Ces diaclases forment un réseau rectangulaire bien net. Au fond de la plupart des chambres on marche sur des brèches à blocs énormes provenant de la chute des calcaires. De belles draperies de stalactites y produisent les effets les plus variés sous l'action de la lumière électrique. Quelques excursionnistes recueillent dans les eaux des types de la faune des cavernes et l'on va reprendre les voitures pour gagner Lons-le-Saunier.

Une discussion s'engage au sujet de la limite du Bajocien et du Bathonien.

M. **Bourgeat** rappelle ce fait que si M. Lissajous a trouvé dans les marnes de Plasne un bel exemplaire de la *Belemnites giganteus* Schlot. qui porte les paléontologistes à les classer dans le Bajocien, son avis est cependant que si la paléontologie est importante dans les classifi-

cations générales, il ne faut pas, pour les classifications locales tout au moins, oublier la stratigraphie. Les surfaces taraudées qu'on a observées à Chaussenans au-dessous des marnes à *Ostrea acuminata* se retrouvent au même niveau en plusieurs autres points du Jura notamment à Crançot et à Saint-Maur. Elles ne permettent guère d'englober ces marnes dans le Bajocien. Leur présence atteste en effet sur une grande étendue de la région un régime nouveau de sédimentation.

M. **Collot** n'est point de cet avis. Il fait remarquer qu'outre la *Belemnites giganteus*, on a trouvé dans les marnes de Plasne *Parkinsonia Parkinsoni*, variété *planulata* à tours étroits de Quenstedt, et que dans la Côte-d'Or, dans les marnes à *Ostrea acuminata*, outre ces deux fossiles il se rencontre encore *Cosmoceras Niortense* D'ORB., *Cosmoceras Garanti* D'ORB., *Perisphinctes pseudo-Martinsi* L., qui toutes appartiennent à l'Oolithe ferrugineuse de Bayeux. Or c'est à Bayeux que l'étage bajocien, d'après son nom, a son type. Les Ammonites, étant, pour la période jurassique, les êtres les plus ornés, les plus variables dans le temps, et par suite les plus capables de dater les dépôts d'une façon précise, doivent avoir la prééminence pour cet usage. Les surfaces taraudées, qui se relient à un changement brusque de faciès, se répètent parfois à plusieurs reprises dans l'épaisseur d'un même étage et ne sauraient prévaloir contre la distribution des êtres organisés, base de la classification des terrains stratifiés depuis M. Brongniart.

M. **Lissajous** s'associe aux remarques de M. Collot car il considère, dans le Mâconnais, les couches à *Ostrea acuminata* comme étant la partie supérieure du Bajocien.

A ces deux observations M. **Bourgeat** répond qu'il n'a parlé d'abord que des classifications locales. Il ajoute qu'il serait important, avant de donner au fossile une importance si grande dans la classification, de pouvoir toujours le déterminer exactement et de s'assurer qu'il a paru partout à la même date. En prenant toujours les Ammonites comme fossiles caractéristiques, il arrive que, suivant que c'est telle espèce ou telle autre qu'on regarde comme plus importante, on fait subir à la classification des terrains des changements très sérieux. N'est-ce pas l'abus du fossile qui a fait commettre tant d'erreurs sur les formations coralligènes et multiplié les lacunes où il n'y en avait pas parce que le fossile caractéristique manquait?

M. **Collot** présente les observations suivantes sur les accidents qui affectent le Bajocien et le Bathonien entre Arbois et Lons-le-Saunier et sur la composition de ces étages dans la même région.

Le ruban de calcaire bathonien qui s'étend d'Arbois à Poligny et à Plasne, sur le bord du plateau, est encadré des deux côtés par le Bajo-

cien, sauf là où l'érosion n'a pas laissé subsister ce terrain à l'Ouest de lui. Il ne paraît pas possible à M. Collot d'expliquer la présence de ce Bathonien par un pli, car on en retrouverait l'amorce sous forme d'une inclinaison des couches dans le Bajocien du plateau. Le Bathonien paraît être descendu verticalement entre deux failles parallèles. Il est stratifié horizontalement ou à peu près. Là où il paraît tout d'abord vertical, c'est par le fait de diaclases parallèles qui l'ont découpé en tranches régulières et verticales, masquant à peu près entièrement la stratification. On peut même en ces endroits la reconnaître aux bandes gazonnées qui coupent la masse horizontalement et correspondent à des lits plus altérables, ainsi qu'aux anfractuosités qui tiennent à la même cause et s'allongent sur divers points dans le même sens.

Derrière le château ruiné de Grimont, à Poligny, on voit la faille avec son conglomérat de friction ; les couches à son abord ne sont sensiblement relevées, ni sur une lèvre ni sur l'autre. A Plasne on voit encore le conglomérat de friction entre les couches à *Ostræa acuminata* de la bande et le Bajocien de l'Est. Les couches à *Ostræa acuminata* sont légèrement inclinées suivant la longueur de la bande, de sorte que prolongées, elles couvriraient le Bajocien qui se trouve sur le prolongement de celle-ci. Les couches viennent se raccorder par suite de la diminution graduelle de l'amplitude des failles sur ce bout. Il est inutile de les raccorder en tournant, comme le fait la carte.

En certains points le Bathonien a l'air enchâssé dans le Trias, notamment vers Pupillin. Cette apparence, pour M. Collot, paraît résulter de ce que la faille ouest venant rejoindre la faille est, le Trias est visible, par l'enlèvement du Bajocien, non seulement en avant, mais aussi sous l'extrémité de la bande bathonienne ; visible en contre-bas dans deux directions différentes, il a l'air de passer par dessous. M. Collot est persuadé que le Bajocien existe en profondeur et il n'est pas nécessaire d'imaginer, comme l'a fait Marcel Bertrand, une invraisemblable dissolution du Bajocien pour expliquer la descente du Bathonien, et son prétendu rapport par le Lias : celui-ci se trouve en contre-bas sur plusieurs côtés, mais ne passe pas immédiatement sous lui. A Poligny la bande se rétrécit par le rapprochement des deux failles. Si leur intervalle se réduisait à zéro, la bande serait interrompue et les deux bouts en regard auraient aussi l'air enchâssés dans le Lias qui serait continu de l'avant à l'arrière de ce Bathonien.

La présence du calcaire blanc, oolithique, dur, que la Société a vu aux gros tilleuls de Chaussenans, relève des mêmes causes. Il n'appartient pas au Bajocien, dans lequel il se placerait, à titre d'élément contemporain, entre le faciès à Polypiers silicifiés qui est au N. W. et le calcaire à Entroques surmonté de couches à *O. acuminata* de la carrière située au S. E. Sa blancheur contraste trop avec la couleur bise du Bajocien et le passage latéral avec faciès ci-dessus se ferait bien brusquement ! C'est encore une bande affaissée entre deux failles, qui a conservé d'ailleurs une légère dépression entre ses deux lèvres

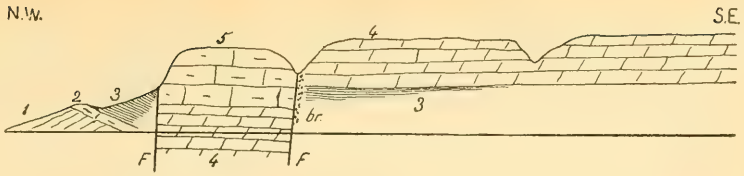


Fig. 21.

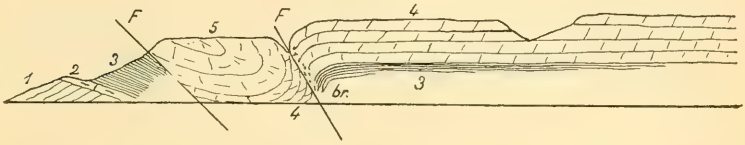


Fig. 22.

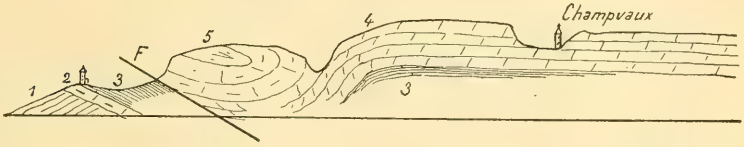


Fig. 23.

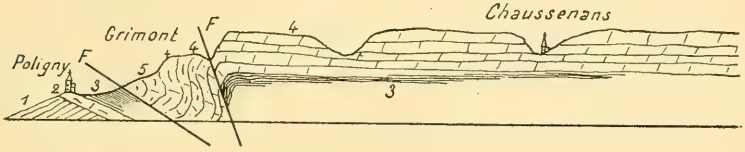


Fig. 24.

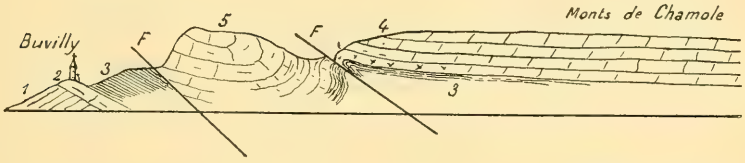


Fig. 25.

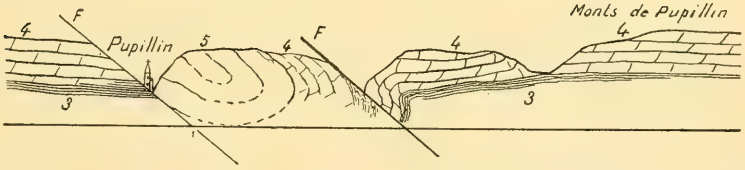


Fig. 26.

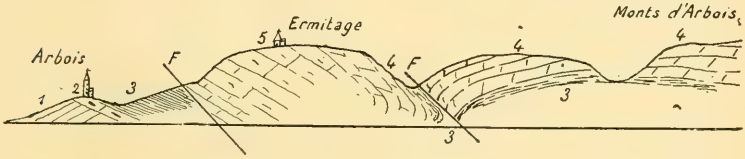


Fig. 27.

Fig. 21. — Explication par failles verticales du contact du Bathonien avec le Lias. 22. — Explication par plis-failles. 23. — Coupe des monts de Poligny par Pidancet. 24. — Coupe de Grimont. 25. — Coupe de Buvilly vers les Monts. 26. — Coupe de Pupillin vers les Monts. 27. — Coupe de l'ermitage d'Arbois. — Long. 1/75000; haut. 1/30000.

1, Marnes irisées; 2, Calcaires à Gryphées; 3, Lias; 4, Bajocien; 5, Bathonien; FF, Failles; *br*, Brèche de friction.

de Bajocien. Sur son bord nord nous avons pu voir des diaclases, satellites de la faille, orientées vers le N. E. comme sa direction présumée, comme celle de la bande d'Arbois à Poligny et comme la moyenne des failles de l'Euthe.

M. **Bourgeat** répond que, de fait, les couches de la bande anormale du Bathonien sont souvent horizontales, mais qu'elles ne le sont pas toujours. Pour n'en citer qu'un exemple il rappelle que la Société les a vues inclinées et repliées au Grimont. Lorsqu'elles paraissent horizontales, c'est le plus souvent par l'effet d'un pli couché. Elles forment le centre d'un synclinal renversé comme il l'a figuré déjà en 1898 (*B. S. G. F.*, (3), XXIX, p. 447). Le pli d'ailleurs s'amorce, au levant, dans le Bajocien. Pidancet de Poligny l'avait très bien saisi au Sud de Poligny vers Barretaine. S'il est moins visible sur la nouvelle route qu'a suivie la Société en revenant de Chaussenans, il n'en existe pas moins, car au bas de ce chemin on remarque le calcaire à Entroques fortement incliné. En se portant plus au Nord dans les pâturages de Chamole, on observe la même inclinaison de tout le Bajocien situé à l'Est du Bathonien. Même constatation au-dessus de Buvilly, de Pupillin et d'Arbois comme le montrent les figures 21 à 27. Ce pli n'exclut pas les failles, car, outre celle qui doit figurer au contact du Bathonien et du Lias, par suppression fréquente du Bajocien vers l'Ouest, il en est une autre à l'Est, moins accusée sans doute, mais due à un décrochement du Bajocien. C'est celle-là qui aurait produit les brèches de friction. Ainsi M. Bourgeat admet deux failles comme M. Collot ; mais au lieu de les supposer verticales il les croit inclinées. Il les a, du reste, figurées en 1898.

Excursion du 1er Septembre à Cuiseaux.

Le départ a lieu de Lons-le-Saunier à 5 h. 26 du matin par la voie ferrée de Bourg. On descend à la gare de Gevingey, pour atteindre Cesancey situé à 2 km. 500 plus au Sud.

Au Nord de ce village, M. Bourgeat fait voir un massif de calcaire entouré de toutes parts de marnes, dont celles du couchant sont franchement oxfordiennes et contiennent des *Perisphinctes* avec *Belemnites hastatus*. Les autres ne lui ont pas donné de fossiles, mais présentent la même constitution. Les calcaires qui forment le massif sont tellement fragmentés qu'il est difficile d'en découvrir la stratification. Ils se présentent donc comme ayant subi une puissante action mécanique. Adossés contre eux, se montrent des blocs émoussés, noyés dans une argile tenace, qui offrent beaucoup des caractères des blocs du Glaciaire. Ont-ils réellement cette origine ? La question est discutée.

De l'autre côté du village, sous la direction de M. Sirot, la Société traverse, en suivant le chemin de Grusse, des assises calcaires, où l'on reconnaît l'Urgonien à sa cassure saccharoïde et aux débris de *Chama*. Il est perforé à sa partie supérieure de trous, où se trouvent de petits grains de quartz, et repose sur du Jurassique supérieur qui a tous les caractères de l'Astartien.

Continuant sa route, la Société traverse une faille, qui l'amène aux Marnes irisées et au calcaire à Gryphées. Prenant ensuite un sentier vers les pâturages, elle arrive, après avoir traversé à nouveau les Marnes irisées à une formation argilo-sableuse où M. Sirot a trouvé les fossiles du Gault. En effet, au bout de peu de temps, on y recueille des Plicatules, des Ammonites, dont les principales sont *Am. mammillaris*, *Amm. interruptus*, des *Natica gaultina* avec *Inoceramus concentricus* et des fragments d'*Hamites attenuatus*. Aux pâturages, on retrouve supportant ce lambeau de Gault, l'Urgonien avec sa surface percée de trous et au-dessous de lui des calcaires jaunâtres avec des Rhynchonelles qui paraissent voisines de la *Rhynchonella Astieri* du Néocomien. Plus loin vers Grusse, on redescend des pâturages vers les vignes, et l'on franchit en les abordant un mur de clôture qui est blanc, subcrayeux et qui contient quelques silex de la craie. C'est qu'en effet ces vignes sont plantées sur de la craie à silex dont les rares fossiles *Ammonites rotomagensis*, *Scaphites æqualis*, *Inoceramus labiatus* accusent un niveau à la fois cénomanien et turonien. Au-dessous d'elle on ne retrouve pas les argiles du Gault, ni même l'Urgonien. Elle semble par conséquent en position transgressive. C'est ce que pense M. Sirot qui l'a très minutieusement étudiée avec M. Girardot.

Du haut de ces vignes, M. Bourgeat fait remarquer comment le terrain du côté du levant, c'est-à-dire du côté de la montagne, est coupé de failles reconnaissables à la réapparition en saillie du Calcaire à Gryphées. En se rendant de là à la ferme de la Balmette, on coupe deux de ces failles, ainsi que l'indique la figure 28, puis après avoir traversé la dernière on franchit toute la série des assises depuis le Sinémurien jusqu'au Rauracien.

Ce dernier terrain est bien visible près de la maison de la Balmette où il a été fraîchement entaillé. On y trouve en abondance les baguettes de *Cidaris florigemma* Lh. et de petites *Ostrea* voisines de l'*Ostrea nana* d'Orb. ; mais ce qui le rend particulièrement intéressant, c'est qu'il est formé dans ses assises inférieures de sphérolithes à surface rugueuse couverte souvent de Serpules. Ces sphérolithes ne sont que des fragments de Spongiaires. M. Bourgeat prie les membres participant à l'excursion de bien en retenir la position pour le reste de l'excursion.

Après avoir accepté un rafraîchissement gracieusement offert à la Balme par la propriétaire, Madame Prost, la Société redescend vers Grusse, traversant les failles en ordre inverse, puis l'Urgonien couvert d'Huîtres voisines de l'*Ostrea Leymeriei* Desh., puis le Jurassique supérieur et l'Oxfordien pour arriver au Bathonien, au sortir de Grusse, sur le chemin de Vincelles.

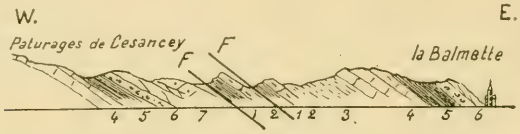


Fig. 28. — Coupe des paturages de Cesancey a la Balmette.
Long. 1/60 000 ; haut. 1/30 000.
1, Marnes irisées ; 2, Calcaires à Gryphées ; 3, Lias ; 4, Jurassique inférieur ; 5, Oxfordien ; 6, Rauracien grumeleux et Astartien ; 7, Crétacé ; F.F, Failles.

En suivant ce chemin, elle coupe un anticlinal couché vers l'Ouest où elle rencontre successivement le Bathonien, le Bajocien, le Lias, puis à nouveau le Bajocien et le Bathonien. L'anticlinal couché se manifeste par le pendage des couches qui toutes plongent vers la montagne. Au-dessous du Bathonien elle trouve l'Oxfordien qui, lui-même, surmonte des assises à sphérolithes que l'on reconnaît identiques du Rauracien observées tout à l'heure en proportion normale. Le renversement est donc complet depuis le Lias jusqu'au Rauracien (fig. 29).

Fig. 29. — Série renversée de Vincelles a Sainte-Agnès.
Long. 1/60 000 ; haut. 1/30 000.
1, Bajocien ; 2, Bathonien ; 3, Oxfordien ; 4, Rauracien grumeleux et Astartien ; 5, Conglomérat de Sainte-Agnès.

Près de la voie ferrée, la Société peut étudier le conglomérat de Sainte-Agnès. C'est un amas de cailloutis appartenant aux différents étages du Jurassique et contenant des débris de silex de la craie. M. Bourgeat interrogé sur leur répartition répond qu'il se rencontre en traînée presque ininterrompue sur les bords de la plaine bressanne depuis les environs de Cuiseaux jusqu'à ceux de Maynal. On sait qu'ils ont été aussi trouvés par M. Girardot sur les flancs des premières pentes du Jura, au château

de Grusse, avec des débris végétaux qui les ont fait classer dans l'Oligocène.

Une remarque intéressante qu'a pu faire la Société durant cette excursion, c'est que les fontaines sont taries, tandis qu'aux excursions d'Arbois et de Poligny, elles ne l'étaient pas. La cause en est que le pays que l'on vient de parcourir n'offre que de très étroits bassins d'alimentation à raison des failles qui y découpent les marnes du Trias et du Lias, tandis que près d'Arbois et de Poligny ces mêmes marnes s'étendent fort loin du côté de la montagne sans être troublées sensiblement dans leur continuité. Elles peuvent donc former là une vaste nappe aquifère.

Arrivés à la gare de Sainte-Agnès, les excursionnistes prennent le train pour aller déjeuner à Cuiseaux.

Séance de clôture du 3 Septembre 1911

PRÉSIDENCE DE M. LE CHANOINE BOURGEAT, PUIS DE M. COLLOT.

La séance est ouverte à 9 heures.

Le procès-verbal de la séance précédente est lu et adopté.

M. **Bourgeat** remercie la Municipalité de Lons-le-Saunier d'avoir mis gracieusement à la disposition de la Société une des belles salles de l'Hôtel de Ville. Il remercie ensuite les membres des sociétés locales, spécialement M. l'abbé Perrod, président de la Société d'Émulation du Jura, qui nous font l'honneur d'assister à la séance. Devant quitter le fauteuil dans un instant, il tient à témoigner sa profonde gratitude à tous ses confrères qui l'ont encouragé de leur sympathie durant les excursions et tout particulièrement aux membres du bureau. Il souhaite qu'ils n'emportent pas un trop mauvais souvenir de leur séjour d'une semaine dans le Jura, puis il cède la présidence à M. Collot pour faire le compte rendu des excursions du vendredi après-midi et du samedi (1er et 2 Septembre).

Excursion du 1er Septembre à Marciat

Après midi, la Société se rend d'abord près de Marciat au Sud de Cuiseaux où M. Bourgeat lui montre sur une tranchée récente un conglomérat constitué par des blocs émoussés de toute grosseur et de toute nature, y compris des silex de la craie, noyés dans une argile moins tenace que celle du Glaciaire ordinaire. Il est

d'avis qu'on se trouve là en présence de Glaciaire altéré. Sur l'observation qui lui est faite que c'est peut-être une continuation du conglomérat de Sainte-Agnès, il répond que ce dernier est bien différent, très pauvre en argile, et que les blocs y sont le plus souvent soudés. La Société en aura la preuve dans un instant en visitant un gisement de ce dernier conglomérat.

Et de fait, en prenant un chemin qui va couper au Levant de Rosières la route de Cuiseaux à Dommartin, on trouve, en arrivant à cette route, le conglomérat de Sainte-Agnès, presque sans argile formant une masse de blocs liés entre eux.

De ce chemin on regagne Cuiseaux à travers champs.

A la ferme du Colombier on arrive à une mare creusée dans le Gault dont on peut recueillir les principaux fossiles.

A la Maison Rouge on se rend à un puits récemment creusé dans les mêmes argiles fossilifères du Gault, qui reposent sur des sables micacés sans fossiles. M. Bourgeat est tenté de rapporter ces sables au Tertiaire, ce qui indiquerait une superposition anormale.

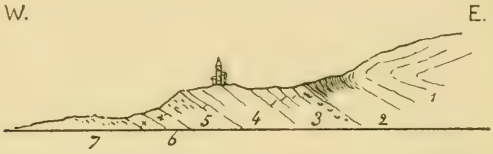


Fig. 30. — Renversement des couches a la Balme.
Long. 1/60 000; haut. 1/15 000.
1, Bathonien; 2, Oxfordien; 3, Rauracien et Astartien; 4, Urgonien; 5, Gault; 6, Crétacé; 7, Tertiaire bressan.

On gagne ensuite le vieux cimetière de la Madeleine au couchant de Cuiseaux où l'on retrouve le même Gault argilo-sableux avec du Cénomanien qui paraît être en dessous. La Société ne disposant plus que d'un temps limité, ne peut s'assurer s'il en est réellement ainsi. Elle se hâte de regagner Cuiseaux pour aller en voiture à moitié chemin de Cuiseaux à Cousance, observer un renversement très net à la ferme de la Balme.

Vis-à-vis cette ferme, on monte au levant dans des vignes qui sont plantées sur l'Oxfordien. Au sommet de ces vignes, M. Bourgeat montre le Bathonien qui forme un genou pour se replier sur l'Oxfordien. Celui-ci s'appuie à son tour sur du Jurassique supérieur qui recouvre de l'Urgonien. Au-dessous de l'Urgonien, dont une des saillies présente une grotte préhistorique, viennent les argiles sableuses du Gault qui reposent sur le Cénomanien (fig. 30). Tout le monde constate ce renversement comme il l'a

fait le matin pour celui de Sainte-Agnès, puis on s'empresse d'aller prendre le train afin de jouir à Lons-le-Saunier d'un repos bien mérité.

Excursion du 2 Septembre à l'Euthe.

La Société part en voiture de Lons-le-Saunier à 7 heures du matin par la route de Conliège. A Conliège, elle s'achemine à pied vers le chemin qui monte de Conliège à Briod. Elle peut remarquer combien à Conliège les sources restent abondantes à l'encontre de celles des environs de Vincelles. Arrivée à la limite supérieure du Lias qu'elle vient de gravir sur des éboulis et du Bajocien qu'elle va traverser, elle est témoin de la pénurie en eau des habitants du plateau supérieur de Briod et de Publy, qui viennent à la file en chariots chercher de l'eau à une belle source qui sort entre le Lias et le Bajocien.

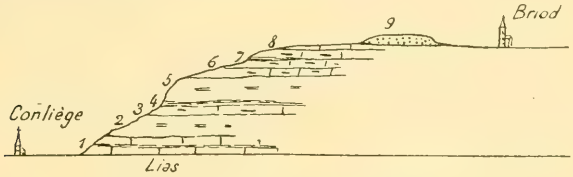


Fig. 31. — Coupe du Bajocien de Conliège a Briod.
Long. 1/75 000 ; Haut. 1/30 000.

1, Alternance de marnes et de calcaires ; 1, Calcaires à rognons siliceux ; 3, Calcaire encrinitique ; 4, Marnes à Bryozoaires ; 5, Calcaires à rognons siliceux ; 6, Calcaire à Encrines ; 7, Marno-calcaires à grandes Ammonites ; 8, Calcaire à Encrines ; 9, Sables stratifiés.

Elle coupe ensuite sous la conduite de M. Girardot, les assises bajociennes, traversant d'abord un calcaire à rognons de silex, puis un calcaire à Crinoïdes qui forment ensemble la zone à *Ammonites Murchisoni* Sow. Elle atteint après cela en montant toujours une alternance de marnes et de calcaires qui contiennent des Bryozoaires et le *Pecten pumilus* et qui correspondent à peu près aux deux zones à *Ammonites Sowerbyi* et *Sauzei*. Au-dessus viennent des calcaires à silex, puis après une interruption apparaissent d'anciennes carrières de calcaire miroitant où l'on trouve une grosse Ammonite voisine de l'*Ammonites coronatus* (fig. 31).

Sur le bord du plateau avant d'arriver à Briod, M. Bourgeat fait remarquer des carrières de sable qui rappellent celles de Chaussenans.

On traverse rapidement les territoires de Briod et de Vévy où des ondulations de terrain, sinon des failles, font reparaître tour

à tour le Bajocien à Entroques stérile et les marnes à *Ostrea acuminata* qui donnent un excellent terrain de culture.

Au bois du Chamois on voit apparaître le Bathonien blanc devenant de plus en plus oolithique, puis on atteint à l'entrée de la forêt de l'Euthe, sur le chemin de Châtillon, un petit lambeau de Glaciaire. On observe ce lambeau situé à gauche de la route : à droite en avançant, se présentent des argiles qui ressemblent à celles du Glaciaire par leur couleur bleuâtre, mais qui s'en distinguent par l'absence de blocs. C'est l'Oxfordien surmontant le Bathonien. Quelques instants de recherches permettent d'y retrouver les fossiles caractéristiques, spécialement l'*Ammonites cordatus* Sow. et des *Perisphinctes* (fig. 32).

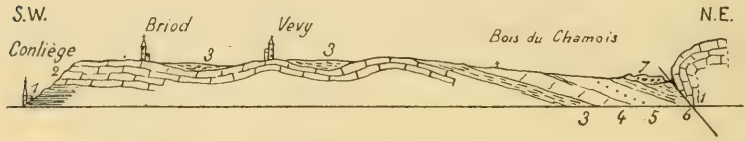


Fig. 32. — Coupe de Conliège a la forêt de l'Euthe.
Long. 1/75 000 ; haut. 1/30 000.
1, Lias; 2, Bajocien; 3, Marnes à *Ostrea acuminata*; 4, Bathonien moyen; 5, Bathonien supérieur ; 6, Oxfordien ; 7, Glaciaire.

Après cet Oxfordien se montrent brusquement les calcaires à Entroques du Bajocien. C'est la première faille de l'Euthe que la Société devait visiter, celle qui s'étend le plus loin, d'un côté vers le Nord-Est et de l'autre vers le Sud-Ouest. M. Bourgeat fait remarquer que les calcaires à Entroques forment un genou avant leur contact avec les marnes oxfordiennes et semblent renversés sur elles. On a donc là un pli faille renversé (fig. 33).

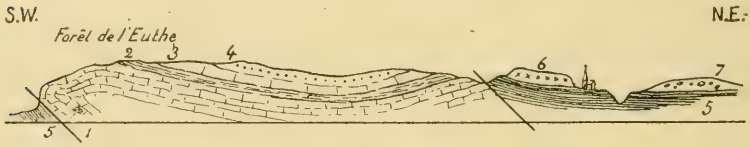


Fig. 33. — Coupe de la forêt de l'Euthe a la hautèur de Chatillon.
Long. 1/25 000; haut. 1/30 000.
1, Bajocien; 2, 3, 4, Bathonien; 5, Oxfordien; 6, Rauracien; 7, Glaciaire.

En continuant de monter, on voit les couches à Entroques redevenir horizontales puis s'infléchir légèrement vers l'Est pour former un synclinal peu profond où les couches oolithiques du

Bathonien sont bien visibles. Un peu avant d'arriver à Châtillon les couches se relèvent pour constituer l'autre bord du synclinal. On observe très bien là les marnes à *Ostrea acuminata* moins épaisses qu'à Plane et assez riches en *Homomya gibbosa* puis les calcaires à Entroques à surface supérieure taraudée, et tout à coup on se trouve en présence de l'Oxfordien qui supporte l'entablement rauracien du château de Châtillon. C'est la seconde faille de l'Euthe sur ce trajet. Elle n'est que secondaire par rapport à la première et cesse à une faible distance de part et d'autre de Châtillon.

De ce point, par le beau soleil qui éclaire la campagne, la vue s'étend au loin sur la vallée de l'Ain. On peut voir surtout comment, parmi les calcaires qui en forment le cadre, ceux du Bathonien oolithique et ceux du Rauracien par delà la vallée ont eu leur surface roussie. La grande chaleur y a fait ressortir leur pénurie en marnes.

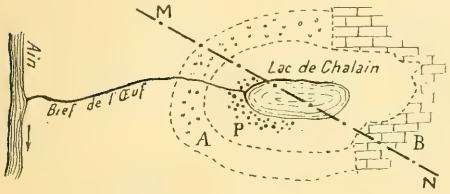


Fig. 34. — Plan du lac de Chalain.

Fig. 35. — Coupe nord-ouest MN.
1, Oxfordien ; 2, Rauracien et Astartien ; 3, Glaciaire.

Le lac est fermé à l'Est par du Jurassique supérieur (Rauracien et Astartien B) et à l'Ouest par un amphithéâtre morainique A., passant au sable stratifié. P, Pilotis de la station préhistorique.

Après avoir déjeuné à Châtillon, la Société remonte en voiture pour aller au lac de Chalain. Elle traverse de grandes surfaces de Glaciaire qui ont été à tort marquées sur la Carte des couleurs des Alluvions. C'est le Glaciaire qui forme barrage aux eaux du lac de Chalain. Lorsqu'on arrive en vue de ce lac, on le voit fermé en aval par un véritable cirque morainique entaillé par le petit ruisseau de l'Œuf. On sait que la Société électrique du Saut du Mortier a fait l'acquisition de ce lac, qui lui sert de réserve de force motrice. Lorsque le débit de l'Ain lui suffit, les vannes du bief de l'Œuf restent fermées ; mais si l'Ain est insuffisant elle fait appel au lac. Les vannes sont levées et le niveau du lac s'abaisse à raison des besoins. Cette année de sécheresse était une année particulièrement favorable. Aussi la Société arrivée aux bords du lac peut-elle atteindre les pilotis de la station préhistorique, observer la craie lacustre à surface légèrement inclinée,

si bien étudiée par M. Girardot et recueillir dans les débris préhistoriques des bois de Cerfs, des ossements divers avec quelques instruments en silex (fig. 34 et 35).

M. Bourgeat fait remarquer sur le côté de l'amphithéâtre morainique qui touche à Marigny, et à son intérieur, des graviers stratifiés à la façon de ceux de Chaussenans, qui sont loin de l'orifice d'écoulement et qui se lient à la moraine sous-jacente. Ils n'ont pu se former qu'aux dépens de celle-ci, par une sorte de lavage, dans des conditions identiques à celles du lac de l'Abbaye, lorsque les eaux du lac avaient leur surface à ce niveau.

Remontant sur l'amphithéâtre morainique, la Société jette un dernier regard sur le lac, dont les eaux bleues contrastent fortement avec la craie blanche lacustre qui les entoure ; puis elle se dirige rapidement vers Lons-le-Saunier.

A l'entrée des bois de Pannessières elle met pied à terre un instant pour observer sous la conduite de M. Bourgeat de nouveaux gisements de sables s'étendant de là vers Crançot et qui ont été marqués par erreur comme du Glaciaire sur la Carte de Lons-le-Saunier. M. Bourgeat est d'avis que ces lambeaux, ceux de Briod, ceux de Publy et de Verges, qu'on n'a pas observés, sont les restes d'une grande moraine qui limitait un lac adossé à l'Euthe.

M. **Collot** fait une observation concernant les massifs à Polypiers de Chaussenans et de la Doye. Ils sont la représentation de ceux que renferme la partie supérieure du Bajocien de la Côte-d'Or.

Il fait aussi remarquer à propos des diverses excursions dans le Jurassique inférieur, que ce Jurassique dans la région d'Arbois et de Lons-le-Saunier est moins semblable à celui de la Côte-d'Or que celui d'Amange. Néanmoins on peut rechercher un parallélisme général entre ces formations. On remarque d'abord que d'un côté comme de l'autre le Bajocien inférieur n'est pas chargé d'Encrines. Ce sont au Jura des calcaires plus ou moins oolithiques semés de lits de silex, coupés de lits marneux qui rappellent assez bien ceux de la Côte-d'Or. Cependant le faciès à Entroques monte plus haut dans le Jura où il correspond par son sommet aux calcaires plutôt oolithiques qui ont fourni dans la Côte-d'Or *Ammonites Blagdeni* et des Gervillies. Un peu avant la terminaison de ces calcaires à Entroques, la carrière du dessus de la route de Conliège a fourni l'*Am. subcoronatus* qui se trouve au même niveau dans la Côte-d'Or.

A propos d'une observation de M. Riche, M. **Bourgeat** fait remarquer qu'il est surtout important de connaître l'âge des sables qui se montrent au-dessous du Gault à la Maison-Rouge. On en observe au Jura méridional sur les dolomies portlandiennes qui ne sont qu'un résidu

de l'altération de ces dolomies ; on en voit d'autres qui semblent dus à un charriage. Est-ce avant le Gault ou après, qu'ils se sont formés ou amassés ? Si c'est après, la série de la Maison-Rouge reste renversée.

M. **Jodot** fait observer enfin que les cailloutis auxquels M. Bourgeat attribue une origine lacustre ressemblent beaucoup à ceux que l'on a vus en amont de l'Ain et qui ont une origine fluviatile.

M. **Bourgeat** ne nie pas cette ressemblance, mais ils ressemblent aussi à ceux des bords du lac de l'Abbaye. Les eaux agitées d'un lac ne peuvent-elles pas produire une stratification voisine de celle des eaux d'un cours d'eau par le lavage d'un moraine. Dans tous les cas les sables sont pour la plupart en des points où l'on ne peut faire passer un cours d'eau sans admettre un changement dans le relief du Jura.

M. **Bourgeat** tient enfin à signaler une erreur qu'il a commise sur la feuille de Saint-Claude et que la Société a peut-être eu la charité de ne pas remarquer. Il s'agit des marnes oxfordiennes des environs de la Balme qui se retrouvent reportées trop au Sud et pas assez étendues.

M. **Collot** se lève ensuite et prononce les paroles suivantes :

Messieurs, — J'ai le plaisir de me faire votre porte-parole pour remercier M. le chanoine Bourgeat de nous avoir dirigés si habilement pendant cette semaine géologique. Son programme d'excursions a été bien conçu et fidèlement exécuté grâce à une préparation parfaite. Cette session évoque pour quelques-uns d'entre nous le souvenir de celle de 1885 dans le haut Jura, et celui de Marcel Bertrand, qui se fit depuis lors un si grand nom dans la science. A côté de lui, M. Bourgeat nous fit constater des faits du plus haut intérêt, découverts par lui et vous connaissez sa belle synthèse de la progression des récifs du Jurassique supérieur vers le S.E. Aujourd'hui il nous a démontré qu'il connaît aussi bien la lisière française du Jura que les plateaux supérieurs. Tantôt rectifiant les observations de Marcel Bertrand, tantôt appliquant heureusement la conception des plis couchés de ce maître, il nous a montré les traits caractéristiques de la région. Après avoir tracé les contours géologiques de la feuille de Saint-Claude, il ne s'est pas reposé et il nous donne la primeur des corrections qu'il a fait subir à son propre ouvrage et des curieux renversements qu'il a observés, par exemple à la Balme près Cuiseaux.

Nous sommes heureux de saluer aussi un autre vétéran de la géologie jurassienne et un de nos guides de 1885, M. Abel Girardot. Les grandes synthèses, qui sont si séduisantes et qui résument la science, sont obligées, sous peine de n'être que des songes creux, de s'appuyer sur un grand nombre de faits constatés avec précision. C'est cette base solide que nous offre, pour la région, le grand labeur de M. Girardot et la description du « Jurassique inférieur lédonien » est l'encyclopé-

die où il faudra toujours chercher la connaissance de la stratigraphie de cette partie du Jura.

Nous avons eu la bonne fortune d'être dirigés par M. Sirot sur les gisements précieux qu'il a découverts avec M. Girardot vers Gevingey.

A côté des hommes dont la science a mis en relief les faits que nous étions appelés à constater à notre tour et à discuter, et a donné à notre réunion de cette année sa raison d'être, nous ne devons pas oublier, dans notre gratitude, ceux des membres de la Société qui ont facilité notre tâche ou qui nous aideront à conserver le souvenir de nos travaux. Je veux parler de M. Langlassé qui, pour la nourriture, le logement et les transports, nous a affranchis de toute préoccupation. Je n'ose pas dire tout le bien que je pense de sa gestion, de peur d'encourager les membres d'une prochaine session à imposer encore à sa grande obligeance le lourd fardeau de la trésorerie. Je veux parler aussi de notre secrétaire, M. l'abbé Delépine, et de son suppléant M. Jodot. Leur zèle et leur intelligence ont répondu parfaitement à nos désirs.

Pour tous enfin, je dirai que les traditions d'urbanité et de bonne humeur qui sont de tradition dans la Société, ont été parfaitement respectées. Le ciel lui-même nous donnait l'exemple et l'encouragement par la constance d'une atmosphère sereine et d'une température, il est vrai, plus que douce.

M. **Sayn**, Vice-Président de la Société, tient, au nom du bureau, à remercier spécialement M. Bourgeat des belles excursions qu'il a si bien préparées et si bien dirigées, ainsi que M. Langlassé du dévouement avec lequel il a rempli comme toujours les fonctions si délicates de trésorier.

L'ordre du jour étant épuisé, le Président déclare close la Réunion extraordinaire de 1911.

Sur la tectonique du Jura

par le général **E. Jourdy**[1].

Retenu à Paris par un pénible devoir, je n'ai pu, à mon profond regret, assister aux excursions de la Société géologique dans le Jura dôlois où j'avais fait, il y a un demi-siècle déjà, mes débuts dans la Géologie. J'aurais alors fait remarquer l'importance, au point de vue de notre science, de cette Réunion extraordinaire de la Société à la montagne de la Serre qui est le berceau de la Tectonique française. C'est ce que je vais rappeler brièvement en me référant à la fois à mes notes publiées dans le *Bulletin de la Société* (Carte géologique du Jura dôlois, 1871 ; Orographie du Jura dôlois, 1872) et à la revision sommaire des particularités les plus intéressantes de cette région classique que mes confrères ont pu observer sur place.

A l'époque où j'ai publié les études mentionnées ci-dessus, Elie de Beaumont, grand personnage officiel, comblé de titres et de dignités, régnait en maître sur la Géologie à laquelle il imposait sa théorie artificielle du réseau pentagonal basée sur la permanence des directions qu'il prétendait caractéristiques de l'âge des soulèvements, de ce qu'il appelait des « Systèmes de montagnes ». Il fallait assurément une grande hardiesse, celle d'un tout jeune homme enthousiaste de science et de vérité, pour s'attaquer à cette puissance. C'est pourtant ce que j'ai osé, et le succès a couronné cette tentative téméraire pour l'époque, mais heureuse pour les progrès de la Géologie.

En étudiant, la boussole à la main, la région qui s'étend depuis Dôle jusqu'au delà de la Serre, je me suis convaincu, et la Société a pu vérifier le fait sur le terrain comme sur la Carte géologique (feuille de Besançon), que les orientations des chaînons et des failles consécutives, ne sont pas conformes aux directions systématiques depuis le Trias jusqu'au Miocène ; une seule, celle du « système de la Côte-d'Or » est concordante, et c'est précisément la grande faille du bord sud-est de la Serre. Malheureusement pour la théorie d'Elie de Beaumont, son âge

1. Note présentée en novembre 1911, et insérée exceptionnellement au C. R. de la Réunion, par décision du Conseil. Elle est suivie d'un passage du livre d'Édouard Suess qui mentionne l'importance tectonique de la montagne de la Serre et dont la traduction est due à M. Emm. de Margerie ; j'en adresse mes remerciements à notre aimable confrère.

qui place ce soulèvement entre le Jurassique et le Crétacé n'est nullement celui d'une phase orogénique de plissement, car en France, en Allemagne et en Angleterre, on n'y observe que les caractères d'un mouvement épirogénique vertical de soulèvement lent qui a donné naissance aux vastes dépôts d'eau douce du Purbeckien et du Wealdien. La Société a pu observer en outre qu'en suivant le tracé des reliefs orographiques et des accidents tectoniques depuis les chaînons bathoniens situés au Nord de Dôle jusqu'à Ougney, on voit manifestement leur orientation, quel que soit leur âge, s'infléchir au fur et à mesure qu'on se rapproche de la Serre où ils se fondent dans la grande faille rectiligne qui, en face de l'étoilement de Saligney, se courbe pour contourner la pointe nord du massif gneissique. Cette observation est importante, car elle est la première qui ait été présentée pour démontrer l'indépendance de l'âge et de la direction des plissements et des fractures, et par conséquent l'inexactitude de la théorie du Réseau pentagonal qui, suivant l'expression de M. Haug, « a hypnotisé malheureusement plusieurs générations de géologues ».

Mais il ne suffisait pas de dénoncer l'erreur, il fallait découvrir où était la vérité, et c'est précisément le service que la Serre a rendu à la Géologie. En effet, de ce que les reliefs sont manifestement influencés par la présence de cette montagne, il était logique de conclure que ce massif primitif avait joué un rôle considérable dans la structure de la région ; là était évidemment la solution du problème qui se présente maintenant sous la forme suivante (fig. 1). La Société, en traversant la Serre, a pu comparer la structure des deux versants de la montagne et reconnaître que, tout le long de la lisière nord, la région se compose de pitons isolés, de structure très-compliquée, émergeant d'une région fissurée de failles très diversement orientées qui mettent pêle-mêle le Permien en contact ou dans le voisinage immédiat de tous les étages depuis le Trias jusqu'au Néocomien. Cette région accuse donc une action d'effondrements sur place. Tout au contraire, le bord sud-est de la Serre affecte nettement la structure de plissements réguliers bien que légèrement découpés par des failles, mais si fortement écrasés contre le massif gneissique, qu'aux environs d'Amange, la Société a pu constater que les couches du Lias, du Bajocien et du Bathonien, fortement relevées, sont réduites à l'épaisseur d'une dizaine de mètres. De cette comparaison on est en droit de conclure que la Serre a joué le rôle d'un obstacle solidement enraciné et capable d'arrêter l'effet d'une compression d'origine lointaine, en d'autres termes qu'elle a joué le rôle d'un *môle* s'opposant à la propagation des

vagues tectoniques venues d'en face, c'est-à-dire du Sud-Est, de sorte que la région du Nord qu'elle abritait des poussées horizontales, n'a pu être l'objet que d'ébranlements sur place. Coquand et Pidancet avaient fait remarquer antérieurement que le massif primitif de la Serre se relie aux Vosges sous la couverture jurassique, aussi ai-je donné à ce mur d'arrêt des vagues tectoniques, le nom de *môle vosgien*, sous lequel il est connu depuis cette époque.

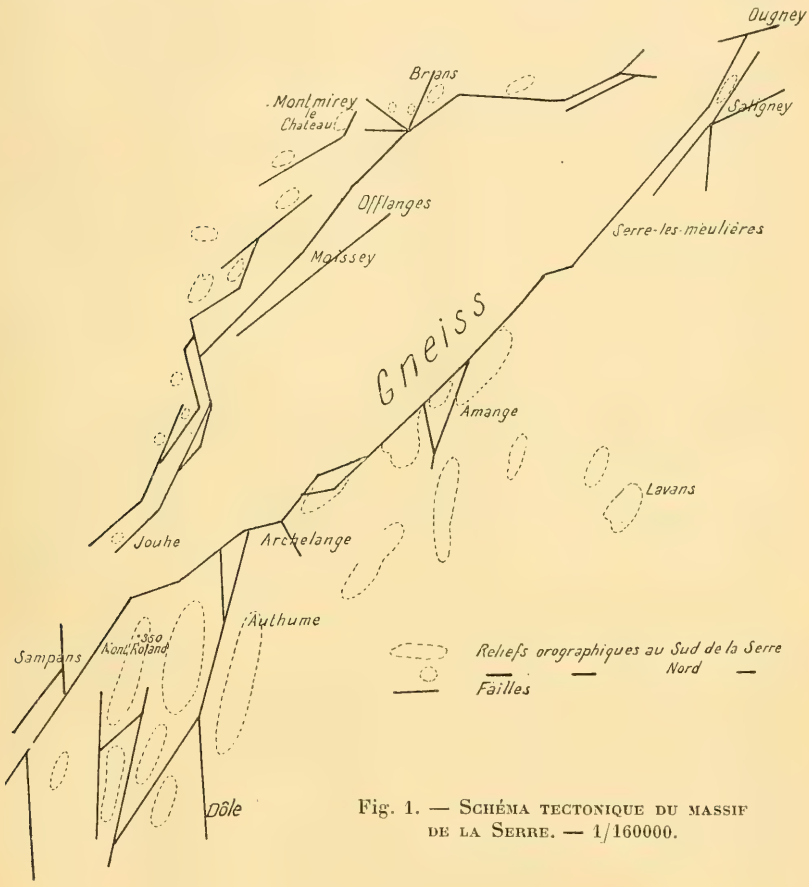


Fig. 1. — Schéma tectonique du massif de la Serre. — 1/160000.

Qu'est-ce donc que cette région d'en face d'où paraît venir l'effort dynamique générateur des plissements ? Elle est visible de la haute et longue crête de la Serre d'où l'œil découvre le beau panorama bleuâtre des monts Jura derrière lequel un temps clair permet d'apercevoir la pointe neigeuse du Mont Blanc. Or, la majeure partie des chaînons jurassiens accusent, par la symétrie de struc-

ture de leurs voûtes (c'était l'expression de Thurmann) la symétrie de l'action de compression qui trahit le libre jeu des vagues tectoniques jusqu'à leur arrêt brusque contre le môle de la Serre. Comment déterminer la limite de ce champ de plissements et par conséquent l'origine de cette poussée horizontale ? Fallait-il la prolonger au-delà du Jura, jusqu'aux Alpes ? Si hardie que fut alors cette conception, il fallait aller jusque-là puisque les plissements de la mollasse dans les hautes chaînes du Jura concordent avec ses allures au pied des Alpes. On arrive ainsi, en raisonnant et en observant de proche en proche, à conclure que l'ensemble, si colossal qu'il soit, de la région du Jura et des Alpes a été refoulé par l'effet d'une poussée de compression qui n'a été interrompue que par la résistance du môle vosgien.

Une question plus générale restait à résoudre : ce petit massif gneissique est-il le seul qui ait joué un tel rôle dans la formation de ces montagnes ? Pour y répondre il suffit de signaler le rapport intime qui existe d'une part entre la structure des chaînons et leur tracé, et, d'autre part, entre la répartition des directions des groupes de chaînons et l'orientation des massifs primitifs qui se dressent en face d'eux : la répétition frappante sur un plus vaste théâtre, du phénomène observé au pied de la Serre impose la similitude de l'explication. C'est ainsi qu'est née « la loi de position » que dès cette époque et avant que les études magistrales de Suess soient connues, j'ai formulée ainsi qu'il suit : « D'une façon générale, le tracé des reliefs est indépendant de l'âge des soulèvements, il est surtout fonction de la position géographique des couches » (Orographie du Jura dôlois). En appliquant cette formule à l'explication de la formation du Jura et des Alpes, j'en ai alors donné la définition suivante : « L'origine de ces montagnes est due à une compression venue du Sud-Est, d'ampleur et d'intensité suffisantes pour mouler toutes les couches flexibles contre le triple obstacle résistant formé : par le bord est orienté Nord-Sud, du Massif Central — par la lisière orientée Nord-Est-Sud-Ouest du môle vosgien — enfin par le bord méridional orienté Est-Ouest du massif des Vosges ». Cette solution du problème du modelé de la région Alpes-Jura est devenue classique. La loi de position d'où elle découle cependant n'a pas eu une destinée aussi heureuse, bien que plusieurs géologues y aient eu recours, entre autres : M. Lantenois pour l'explication des plissements de l'Est du Tonkin, M. Nicklès pour ceux du Sud des Cévennes, M. Joly pour la région lorraine ; moi-même, je l'ai adaptée à la démonstration de la structure du sol de la France [1].

1. Jourdy. Esquisse tectonique du sol de la France, 1907.

J'ai également montré, à la Réunion extraordinaire de la Société à Laval, en 1909, qu'elle permet de définir heureusement et en quelques mots la synthèse du synclinal carbonifère de la Mayenne.

Cette conception, qui a beaucoup grandi depuis, est née, je le repète (car il paraît que j'ai besoin de le répéter) sur la montagne de la Serre à une époque où le mot de tectonique n'était pas encore inventé il est vrai, mais où la chose était dès lors créée. Cette nouvelle venue dans la Science est bien française, puisque la montagne de la Serre en a été le berceau et que la Société géologique a fourni son trousseau en lui offrant la publicité de son *Bulletin*. Je reconnais du reste très volontiers que la formule de formation de ces montagnes que j'ai donnée il y a 40 ans n'a qu'un caractère général, et que dans le détail, les faits ne sont pas tout à fait aussi simples comme l'ont montré M. E. Fournier et M. le chanoine Bourgeat qui a bien voulu diriger les excursions de la réunion extraordinaire de 1911 ; mais c'est le sort commun de toutes les découvertes.

Voilà ce que j'aurais dit et expliqué sur le terrain, si j'avais eu la bonne fortune d'accompagner mes confrères dans le Jura dôlois. Je n'aurais pu résister à la tentation d'ajouter que ce beau pays du Jura a été fertile en études géologiques, aussi bien de ce côté de la frontière qu'en Suisse, également classique pays de Géologie. Pour me borner à la région qui a été vue par la Société, je mentionnerai les chaînons du Vignoble jurassien qui fait face à la Serre et qui a été le théâtre des débuts de Marcel Bertrand, 10 ans après les miens. Notre illustre et regretté confrère y a résolu de la façon la plus heureuse[1] un problème qui avait arrêté à Salins la sagacité de Marcou (1845) et à Besançon l'expérience de Parandier (1832), par la découverte de failles horizontales et de paquets d'affaissement qui expliquent les dissymétries de certains chaînons et la convergence de quelques plissements dans la région du bas-Jura qui s'étend d'Arbois à Besançon. Il a rajeuni aussi l'accident tectonique que j'avais signalé à Serre-les-meulières sous le nom *d'étoilement*. J'avais déjà expliqué, du reste dans « l'Orographie du Jura dôlois », comment la divergence des directions de poussées appliquées contre des massifs dont l'orientation, des Vosges au Morvan varie de 90 degrés, implique forcément des efforts de torsion, cause de déchirures obliques des voûtes des chaînons. J'avais également invoqué à l'appui de cette action mécanique, les brèches pratiquées dans

1. Failles de la lisière du Jura entre Besançon et Salins (*B. S. G. F.*, 1881). Failles courbes dans le Jura et bassin d'attachement (*B. S. G. F.*, 1884)

la falaise occidentale du Jura et au fond desquelles sont blotties les villes de Lons-le-Saulnier, Voiteur, Poligny, Arbois, Salins et Quingey.

La conception des failles horizontales du Jura a conduit Marcel Bertrand, par une heureuse extension de l'idée première, à celle des plis couchés d'où il a tiré la grandiose théorie des nappes de charriage. Il a répété du reste, après moi, et après Suess, que « les grands plissements réguliers du Jura appellent l'idée d'une compression latérale dont il semble difficile de ne pas chercher la cause première dans le soulèvement alpin ». Il a renouvelé également mon observation sur les allures de la mollasse qui forment le lien naturel entre les plissements des Alpes et ceux du Jura.

Il n'était réellement pas possible de traiter de Géologie dans cette partie du Jura sans invoquer le nom glorieux de ce géologue qui a parcouru dans la Tectonique une carrière si brillante et qui laisse derrière lui une école dont la réputation s'est affirmée dans l'Europe entière.

L'opportunité de faire revivre un instant la grande figure de Marcel Bertrand ne doit pas faire perdre de vue la part qu'un autre jurassien, M. Deprat, a conquise dans les études relatives à la Serre. Ce géologue plein d'avenir, comme il vient de le prouver par sa brillante exploration du Yunnan, a montré[1] que le massif de la Serre fournit, ce que personne n'avait remarqué, un exemple de structure en éventail d'âge hercynien (*Loc. cit.*, fig. 4) et d'effondrement (Marcel Bertrand et moi prononcions affaissement), lors des grands soulèvements alpins. Il a rappelé à ce propos que les plissements qu'on observe contre le flanc oriental de la montagne ont été arrêtés et écrasés contre le môle vosgien, et précisé que le flanc occidental présente plutôt le caractère d'un affaissement générateur de failles, de *dômes* et de *brachyanticlinaux* ; ce sont de nouveaux mots inconnus en 1872 (époque à laquelle je signalais les profondes failles de cette région de *pitons*). M. Deprat, ajoute, répète et confirme ce que j'avais dit au sujet de la « très grande influence du pli archéen de la Serre, au point de vue des forces mises en jeu pour les former ».

J'ajouterai, pour terminer, que la bande des roches cristallines du môle vosgien qui abrite derrière elle le bassin houiller de Ronchamp (peut-être aussi celui de la Serre) et celui de Blanzy est absolument symétrique du bourrelet de granulite du Sillon

1. Deprat. Le massif de la Serre et son rôle tectonique. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, 1900, p. 861, pl. XVII.

de Bretagne qui, ainsi que je l'ai montré [1], abrite la longue chaîne des bassins houillers de Chalonnes, de Mouzeil, de Nort, de Quimper jusqu'à la pointe des Trépassés. Ce sont les plus grandes Directrices tectoniques de la France, leur rencontre a lieu sur le méridien de Moulins qui est le lieu des intersections des plissements des deux moitiés Est et Ouest du réseau tectonique de notre sol national [2].

1. Jourdy. Le Sillon de Bretagne, 1908.
2. Jourdy. Esquisse tectonique du sol de la France, 1907.

Note. — Édouard Suess. *Die Entstehung der Alpen.* In-8°, Wien, 1875, W. Braumüller, p. 17.

« Le massif ancien des Iles d'Hyères, puis le bord est du Plateau Central de la France, les pointes sud des Vosges et de la Forêt-Noire et le contour méridional du massif bohémien indiquent le bord occidental et septentrional du vaste domaine à l'intérieur duquel se développent, avec une étonnante régularité, les chaînes plissées du système alpin. De l'un à l'autre de ces massifs anciens, elles tendent leurs arcs, et aussitôt que la pointe sud de la Bohême est dépassée, toute la chaîne s'infléchit vers le Nord-Est, accompagnant d'une courbe légèrement sinueuse les pentes de la région ancienne de la Moravie, jusqu'à ce que s'étale enfin l'arc des Karpathes.

« Ainsi, dans l'ensemble, il est facile de reconnaître que l'allure de la lisière septentrionale des Alpes, du Jura et des Karpathes dépend de la position des massifs qui précèdent ces montagnes à l'Ouest et au Nord ; mais cette dépendance se reflète également dans la structure interne des chaînons.

« Tandis que chez nous, dans l'Est, ce fait a été mis depuis longtemps en évidence et qu'il a trouvé, avec les années, des partisans de plus en plus nombreux, des circonstances tout à fait analogues viennent d'être constatées bien loin (de l'Autriche), dans l'Ouest, et cela d'une manière absolument indépendante des observations faites dans les Alpes Orientales, observations qui n'ont guère pénétré, jusqu'à présent, dans le domaine public.

« Cet état de choses a trouvé son expression la plus positive dans les travaux consacrés par M. Jourdy au Jura Dôlois (Orographie du Jura dolois. *B. S. G. F.*, 1872. XXIX, p. 336).

« Le petit îlot de gneiss et de grès rouge qui constitue, au Nord de Dôle, la Forêt de la Serre, et qu'on doit regarder comme un prolongement des Vosges au Sud-Ouest permet de reconnaître la dépendance des plis et des failles du Jura à l'égard de la distribution des massifs montagneux antérieurs. A partir des Alpes, toute la chaîne du Jura, qui est formée d'un grand nombre de bandes parallèles, se trouve resserrée contre les roches anciennes, tandis qu'au delà de ces roches anciennes de la Serre, du côté du Nord-Ouest, les dépôts de la période jurassique tout en continuant à occuper une superficie très étendue, ne montrent plus aucune trace de cette énergique pression latérale.

« M. Jourdy, en résumant ses recherches, déclare de la façon la plus formelle que, pour lui, les soulèvements de la partie française des montagnes du Jura résultent de l'application d'une force de plissement agissant dans la direction du Sud-Est au Nord-Ouest : il y aurait eu refoulement vers la crête du massif préexistant qui forme l'angle délimité par les montagnes du Forez, le Charollais, le Morvan, enfin la Serre avec son prolongement vers les Vosges (« le môle vosgien ») et les Vosges elles-mêmes ; de sorte que l'allure des plis et des failles et la structure générale des terrains refoulés dépendraient de leur position vis-à-vis des massifs antérieurs.

« Cette conception est en harmonie avec les faits qui ont été observés au voisinage de l'extrémité orientale des montagnes du Jura.

« Tandis que, dans le massif de la Serre, les terrains anciens forment comme une digue au bord de laquelle s'arrêtent les ondulations des couches mésozoïques, et

que ces couches sont coupées par une grande faille, qui l'a fait buter contre le gneiss, les travaux de Merian et d'Alb. Müller nous apprennent que là où l'extrémité orientale du Jura arrive en contact avec la Forêt-Noire, les mêmes forces se manifestent. La différence entre les deux régions consiste cependant en ceci, qu'aux environs de Bâle, les ondulations des terrains stratifiés ne s'étendent pas tout à fait jusqu'au gneiss : le gneiss est, en effet, séparé de la région plissée par une bande de terrains mésozoïques que les puissantes pressions latérales n'ont pas affecté d'une façon appréciable; Alb. Müller la regarde comme un simple prolongement du manteau qui enveloppe la Forêt-Noire, et, pour la distinguer du Jura (proprement dit), il la désigne sur le nom de *Plateaugebiet* (Région des Plateaux) ou de *Rheinzug* (chaîne du Rhin ou zone rhénane). Mais, là encore, la résistance de la Forêt-Noire à l'encontre des chaînes jurassiennes poussées les unes par dessus les autres, en venant de la direction des Alpes, a été nettement reconnue : dès 1850, Alb. Müller avait analysé de la façon la plus instructive son influence sur la configuration des montagnes. En particulier, ce géologue fit voir alors comment, à l'Ouest de la Forêt-Noire, quand le Jura fait face à la large vallée du Rhin, des voûtes plus régulières apparaissent dans la structure géologique, tandis qu'au Sud de la Forêt-Noire, grâce à la résistance de ce massif, il se produit un chevauchement des chaînons. Dans tout le Jura Bâlois, l'inclinaison des couches vers le Sud est constante.

« Les Alpes suivent dans leurs lignes principales, au Nord, la courbe intérieure du Jura ».

Note stratigraphique sur le massif de la Serre (Jura)

par le colonel **Azéma**[1].

La Société géologique de France, au cours de la Réunion extraordinaire dans le Jura, au mois de septembre 1911, a visité une carrière dite de *fausse eurite*, située sur la route d'Amange à Moissey à la sortie de la forêt de la Serre.

L'examen de cette roche a donné lieu à des interprétations si diverses qu'il nous a paru intéressant de rechercher sa composition et de déterminer son origine. Ces études ont été faites au laboratoire de Minéralogie du Muséum.

Marcel Bertrand [2] a écrit ; « Nous rattachons au Permien les couches rouges ou vertes, à stratification confuse, exploitées pour pavés (eurite des auteurs) et qui forment une bande continue le long des gneiss sur les pentes nord du massif de la Serre. Ce sont de véritables grès, avec petits cristaux de pyrite et débris feldspathiques ; nous sommes portés à y voir le résultat d'une action métamorphique, exercée sur la zone de contact par des sources chargées de silice ».

Plus récemment, M. Deprat [3] a considéré ces mêmes roches comme étant d'origine éruptive ; on lit : « Ces roches passent par endroits, et principalement au contact des gneiss, à de véritables porphyres microgranulitiques; les gneiss ont donc subi de la part des eurites un véritable métamorphisme ».

Dans une autre étude du même auteur [4], on lit : « Contre le Permien formé de psammites rougeâtres, sans fossiles, nous voyons surgir une bande d'une roche compacte très dure (eurite). Cette eurite qui a été considérée comme un grès ayant subi une forte stratification, est en réalité une roche éruptive de la série ancienne. C'est une microgranulite à quartz craquelé et bipyramidé à structure grenue ».

1. Note présentée le 1er avril 1912, insérée exceptionnellement au *C.R.* de la Réunion extraordinaire par décision du Conseil.
2. Notice explicative de la Carte géologique détaillée de la feuille de Besançon.
3. *Feuille des jeunes Naturalistes*, année 1901, p. 218.
4. *B. S. G. F.*, (3), XXVIII, 1900, p. 861.

La coupe suivante de la bande de fausse eurite de la Serre, prise à hauteur de la carrière d'où l'on extrait les pavés (partie N. de la forêt de Serre), nous a été communiquée par M. le chanoine Bourgeat.

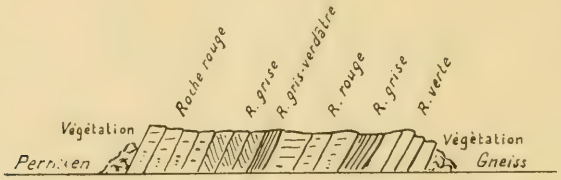


Fig. 1. — Coupe de la fausse eurite de la Serre.
Épaisseur totale : 20 à 22 m.

Les bancs rocheux ont un pendage presque vertical vers le N. ; ils sont compris entre le Permien et le gneiss.

Indépendamment des échantillons prélevés sur le terrain lors de la visite de la Société, M. Bourgeat a bien voulu nous en adresser un nouveau lot ; nous l'en remercions vivement.

Les échantillons étudiés comprennent :

1° Variétés verte, rouge et grise de la fausse eurite ;

2° Variétés de grès permien recueilli à proximité de la fausse eurite ;

3° Grès permien normal.

La composition pétrographique de ces divers échantillons est la suivante :

1° Fragments de cristaux de quartz, d'orthose et d'oligoclase ; le quartz est à extinctions roulantes par suite des pressions dynamiques exercées sur la roche mère ; le feldspath a une couleur rougeâtre due à des infiltrations ferrugineuses ;

2° Cristaux microscopiques de zircons dans la variété verte qui repose sur le gneiss ; ce dernier renferme également des zircons ;

3° Fragments de schistes à éléments orientés de muscovite avec de la chlorite ;

4° Cristaux cubiques de pyrite jaune dans la variété verte ;

5° Grains quartzeux agglomérés cimentant tous ces éléments divers.

Tous les échantillons de la formation permienne, depuis la fausse eurite verte qui repose sur le gneiss jusqu'au grès supérieur, ont une composition minéralogique identique ; il y a lieu de remarquer cependant que la proportion des grains quartzeux

diminue progressivement à mesure que l'on s'élève vers le sommet de l'assise. Les faciès de variation, que présentent certaines couches, tiennent à la proportion variable des éléments macroscopiques et aussi à un état de décomposition plus ou moins avancé. Quant à la couleur rougeâtre que prend la roche, elle est due à l'oxydation du fer de la pyrite, oxyde qui a imprégné les éléments voisins en les colorant. Dans les variétés rouges, en effet, la pyrite a disparu.

La composition chimique de la fausse eurite (variété verte) et celle du gneiss sur lequel elle repose est la suivante :

	Fausse eurite (variété verte).	Gneiss.
SiO^2	70.60	67.80
	1.176	1.130
TiO^2	0.40	0.40
	005	005
Al^2O^3	14.92	17.37
	146	171
Fe^2O^3	traces	traces
FeO	2.84	3.97
	039	056
MgO	1.00	0.88
	025	022
CaO	1.03	1.23
	.018	021
Na^2O	2.34	3.20
	037	052
K^2O	5.24	3.88
	055	040
H^2O	1.16	1.15
Pyrite	0.17	»
	99.70	99.88
	Toscanose (I. 4. 2. 3.)	Toscanose (I. 4. 2. 3)

Le calcul de la composition virtuelle de ces deux roches par la méthode américaine leur attribue un classement qui correspond à la famille des granites ;

Il y a lieu de constater tout particulièrement :

a) le peu de variation du quartz et de l'alumine,

b) la présence d'un peu d'alumine libre, dans les deux roches,

c) la diminution de CaO et de Na^2O et, au contraire, l'enrichissement de K^2O dans la fausse eurite.

On peut déduire de ces remarques que :

1° Il n'y a pas eu de classement mécanique, qui n'eût pas manqué d'augmenter le quartz libre en diminuant le feldspath

dont les grains sont moins résistants à l'écrasement. D'autre part, l'action de sources chargées de silice ne s'est probablement pas exercée sur la zone de contact, comme l'avait supposé Marcel Bertrand, car, la proportion du quartz libre eût été augmentée; d'ailleurs, la roche traitée par une solution bouillante de potasse ne perd de son poids que 0,74 p. 100.

2° L'excès d'alumine libre tient à la décomposition partielle du feldspath et particulièrement des plagioclases, ce qui donne l'appauvrissement constaté en CaO et Na^2O.

3° L'enrichissement en K^2O est causé par la présence de la muscovite dans les fragments de schistes inclus dans la roche.

Comme conclusion, il semble logique, au point de vue de la nomenclature minéralogique, d'appeler *arkose* une roche qui contient en majeure partie du quartz, du feldspath et du mica et qui, par conséquent, s'est formée aux dépens du gneiss. L'origine sédimentaire de cette roche n'est pas contestable et tout l'ensemble de la formation, qui est uniforme, peut être considéré comme étant permien, ainsi que le figure la Carte géologique. En définitive, l'appréciation de Marcel Bertrand est justifiée, tandis que celle des auteurs, qui ont attribué une origine éruptive à cette roche, ne l'est pas.

Sur le Mont Roland et sur le Bathonien des environs de Dôle

par le chanoine **Bourgeat** [1].

Le Mont Roland est une saillie de terrain qui s'élève au Nord de Dôle entre la Saône et le Doubs. C'est comme un prolongement vers le Sud du pointement primitif de la Serre. Il est constitué surtout par du Bathonien.

La première étude en a été faite par M. le général Jourdy, qui a eu plusieurs fois l'occasion d'en parler dans son remarquable travail sur le Jura Dôlois en 1871 [2]. Dix ans plus tard, Marcel Bertrand en a donné la carte dans la feuille de Besançon. En 1896, M. Abel Girardot, dans son important ouvrage sur le système oolithique de la Franche-Comté septentrionale [3], fit connaître la constitution de la grande oolithe au voisinage de Sampans et celle du Cornbrash, près de l'usine Besson, aux fermes de Truchenne et à la grande carrière de la route de Dôle à Champvans. J'ai eu moi-même l'occasion d'en dire quelques mots en 1897 [4], dans une note sur les changements de faciès que présente le Jurassique autour de la Serre. Je n'aurais pas entrepris d'en parler à nouveau si l'étude en était achevée ; mais on n'a encore publié aucune coupe en profil de cet intéressant massif. D'autre part les failles de la feuille de Besançon ne me paraissent pas toutes correspondre exactement aux faits. Enfin il y a lieu d'ajouter quelques observations générales sur le Bathonien qui constitue presque à lui seul le Mont Roland, comme je viens de le dire.

I. Coupes. — Je donnerai ici quatre coupes en allant du Nord-Ouest au Sud-Est, c'est-à-dire du voisinage de la Serre aux environs de Dôle.

La première part du moulin de Jouhe au Nord-Ouest pour aboutir au village d'Authume au Sud-Est. Elle présente trois failles. La première se montre à son origine au moulin de Jouhe, où le Bajocien du côté de l'Est est mis en contact avec les dolo-

1. Note présentée à la séance du 3 juin 1912.
2. *B. S. G. F.*, (2), XXVIII.
3. Études géologiques sur la Franche-Comté septentrionale, système oolithique (Paris).
4. *B. S. G. F.*, (3), XXV, p. 695.

mies du Trias du côté de l'Ouest ou de Jouhe. La seconde apparaît dans les bois d'Authume par contact anormal du Bathonien supérieur avec l'Oxfordien. La troisième est très voisine, d'Authume, où le Bathonien supérieur subit un nouveau relèvement qui le ramène au niveau de l'Oxfordien.

La seconde coupe part du Sud du Moulin de Jouhe pour aboutir au champ de manœuvres situé à peu près à égale distance entre Authume et Truchenne.

Elle passe près de La Chapelle du Mont Roland, et présente quatre failles :

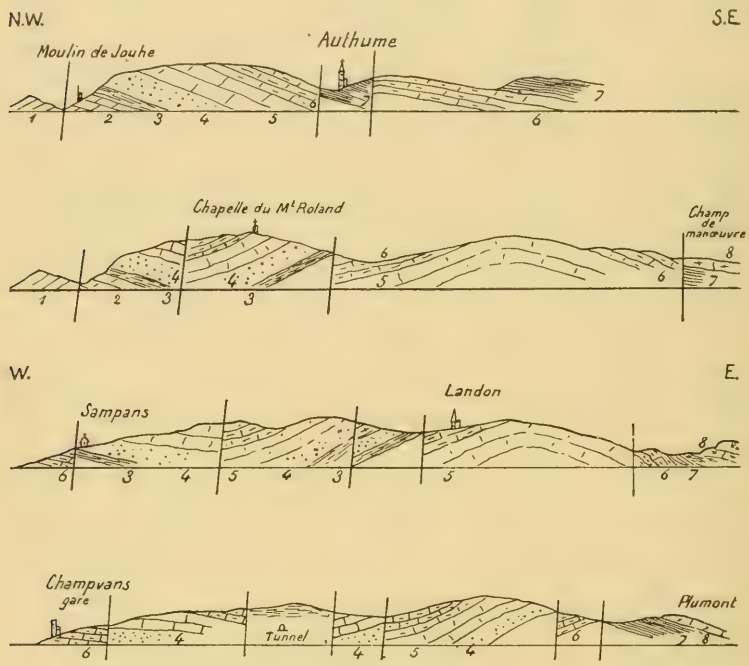


Fig. 1 à 4. — Quatre coupes a travers le Mont Roland. — Long. 1/25 000 ; haut. 1/45 000.

1, Trias ; 2, Bajocien ; 3, Marnes à *Ostrea acuminata* ; 4, Bathonien oolithique ; 5, Bathonien moyen ; 6, Bathonien jaune supérieur ; 7, Oxfordien ; 8, Rauracien.

La plus occidentale est à son point de départ au contact du Bajocien avec les dolomies triasiques.

Vient ensuite une deuxième faille au couchant de la Chapelle du Mont Roland, qui met sur une partie de son trajet le Bathonien moyen en continuité avec le Bathonien supérieur.

Une troisième faille au levant de la Chapelle met à nouveau en continuité le Bathonien supérieur avec le Bathonien inférieur.

Enfin une quatrième faille, lorsqu'on arrive au champ des manœuvres, fait buter le Rauracien contre le Bathonien.

La troisième coupe commence à Sampans pour arriver à Truchenne. Elle n'est pas exactement parallèle aux précédentes. Elle va un peu plus de l'Ouest à l'Est tandis que celles-ci allaient du Nord-Ouest au Sud-Est.

On y rencontre cinq failles :

Une première, à très peu de distance de Champvans, due au contact du Bathonien supérieur à l'Ouest avec le Bathonien inférieur à l'Est.

Une seconde tout près du Chalet Reymond par contact du Bathonien inférieur à l'Ouest avec le Bathonien moyen à l'Est.

Une troisième par contact du Bathonien moyen à l'Ouest avec le Bathonien supérieur à l'Est.

Une quatrième tout près de Landon par contact du Bathonien inférieur à l'Ouest avec le Bathonien supérieur à l'Est.

Enfin une cinquième aux carrières de Truchenne, où le Bathonien moyen de l'Ouest est au même niveau que le Bathonien supérieur de l'Est fortement incliné.

La quatrième coupe, à peu près parallèle à la précédente, part de la gare de Champvans pour aboutir à quelque distance de la gare de Dôle.

Elle présente six failles disposées comme il suit :

La première un peu au levant de la gare de Champvans, constituée par le contact du Bathonien supérieur de l'Ouest avec le Bathonien moyen de l'Est.

La seconde avant d'entrer au tunnel du chemin de fer de Dijon à Dôle, marquée par le contact du Bathonien supérieur du côté ouest avec le Bathonien moyen du côté est.

La troisième à peu près à l'entrée du tunnel où le Bathonien supérieur de l'Ouest est suivi vers l'Est par de l'Oxfordien.

La quatrième au-dessus du tunnel où l'Oxfordien est suivi vers l'Est par du Bathonien moyen.

La cinquième à la sortie du tunnel où le Bathonien inférieur est au niveau du Bathonien supérieur.

La sixième enfin près du remblai du chemin de fer, qui ramène l'Oxfordien au niveau du Bathonien supérieur.

Il ressort de ces coupes que le Mont Roland est un massif extrêmement fragmenté, ainsi que l'avait figuré Marcel Bertrand, seulement les failles que j'ai représentées sur la carte qui accompagne cette note ne concordent pas toutes avec celles qu'il a

données. L'éminent géologue a rapporté dans deux cas au Bathonien inférieur des marnes qui sont en réalité du Bathonien supérieur.

Cela m'amène à quelques remarques sur le Bathonien dôlois.

II. Remarques sur le Bathonien. — Ainsi que la Société géologique a pu le constater à Amange le Bathonien des environs de Dôle présente les subdivisions suivantes :

A la base : deux ou trois assises marneuses à *Ostrea acuminata* séparées par quelques lits calcaires.

Au-dessus : des calcaires oolithiques blancs, d'abord très désagrégeables puis de plus en plus compacts.

Plus haut : des calcaires compacts.

Au sommet : enfin, des calcaires jaunâtres en petits bancs avec oolithes et débris d'Échinodermes dans lesquels s'intercalent des lits marneux où la *Zeilleria digona* est assez commune.

MM. Jourdy et Marcel Bertrand ont réuni les deux premières formations pour en faire le Bathonien inférieur.

Dès lors le calcaire compact serait le Bathonien moyen.

Le calcaire jaune à Bryozoaires et à lits marneux serait le Bathonien supérieur.

Ce Bathonien supérieur se reconnaît le plus souvent à sa faune qui, outre la *Waldheimia digona* Sow. comprend *Waldheimia ornithocephala* Munst., *Rhynchonella concinna* Sow., *Pecten fibrosus* Sow., *Pecten annulatus* Sow., *Mytilus imbricatus* d'Orb., *Ostrea rastellaris* Münst. et surtout une grande *Ostrea* voisine de l'*Ostrea Marshi*. Mais cette faune n'offre pas partout la même richesse et les affleurements ne sont pas partout également visibles. Ce qui est non moins caractéristique que la faune et ce qui permet de le reconnaître dans les terrains cultivés, ce sont les chailles ou silex rubannés qu'il présente à sa partie supérieure. M. Jourdy les a bien remarqués et Marcel Bertrand, qui les signale aussi, semble n'en avoir pas assez tenu compte dans la pratique. S'il leur eût donné l'importance qu'ils méritent il n'eût pas placé dans le Bathonien inférieur les terrains marneux qui se trouvent au Nord de Monnières sur le versant occidental du Mont Roland. De même aussi, il eût placé dans le Bathonien supérieur les marno-calcaires de Landon. Ces marno-calcaires en effet ressemblent beaucoup aux assises à *Ostrea acuminata* du Bathonien inférieur, et la confusion est très facile lorsque les affleurements ne sont pas très nets. Ce qui augmente encore la confusion, c'est que la faune du Bathonien supérieur n'offre pas partout la même richesse. Il m'a semblé qu'elle attei-

gnait son maximum à la carrière du chemin de Champvans près des fours à chaux de M. Besson. Elle est assez pauvre au contraire près de Moulin-Rouge et au couchant de Monnières, où les marnes sont cependant plus développées qu'ailleurs. A Landon les Bryozoaires et les Polypiers y prennent le dessus aux dépens des autres fossiles. Il y a là une véritable formation *corallígène*.

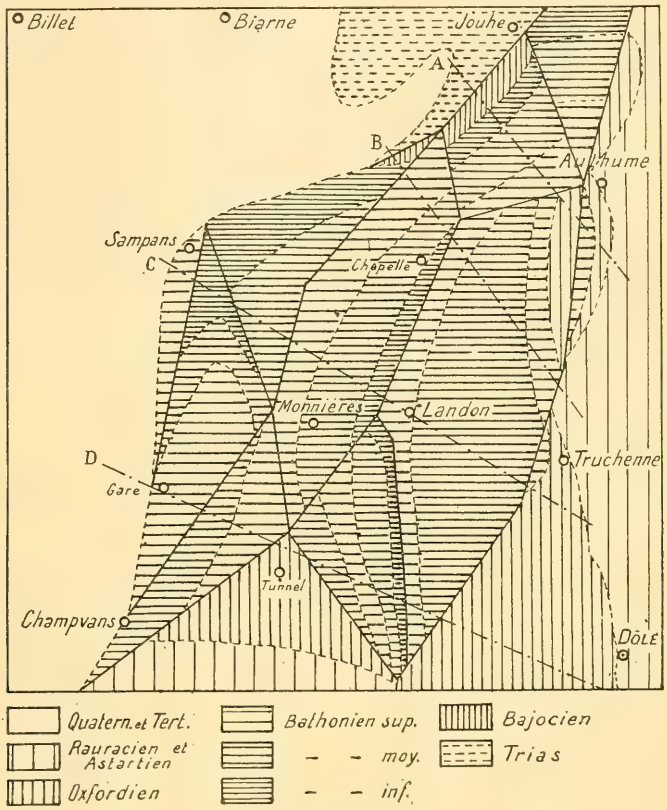


Fig. 5. — Carte du Mont Roland. — 1/75 000.
A, B, C, D, directions des coupes.

Les marnes du Bathonien inférieur ne présentant pas de silex contiennent abondamment l'*Ostrea acuminata* Sow. et l'*Ostrea Knorri* Woltz. On y rencontre aussi *Pholadomya Murchisoni* Sow., *Homomya gibbosa* Sow., *Trigonia costata* Park. et quelquefois *Parkinsonia Parkinsoni* Sow. Leur développement est aussi très inégal. C'est surtout en allant vers le Nord qu'elles semblent

devenir plus puissantes. Elles le sont déjà sérieusement près de Lavans et de Malange et elles le sont plus encore du côté de Dampierre et de St. Vit.

La formation des calcaires intermédiaires aux deux niveaux marneux est aussi digne de remarques.

Les bancs désagrégeables de la base m'avaient depuis longtemps frappé par leur peu de cohésion. Ils me rappelaient si bien les oolithes du Corallien de Valfin qui avoisinent les Polypiers qu'il y avait tout lieu de rechercher s'ils ne se prolongeaient pas par quelque formation coralligène. C'était même abondance de petits débris de Polypiers et de Gastéropodes roulés. Or, près de Lavans et d'Orchamp, ils contiennent réellement des enclaves coralligènes, insuffisantes il est vrai, pour constituer un récif, mais en indiquant probablement le voisinage.

Les bancs plus compacts du sommet présentent aussi un faciès coralligène à Landon et à Monnières. A Landon, dans la carrière qui est la plus voisine des fermes de Truchenne, il y a quelques couches très riches en Gastéropodes du groupe des Nérinées et en Bivalves voisins des *Diceras*. A Monnières, à la carrière qui est près de la route de Dôle, à Sampans, les Polypiers du groupe des *Astræa* forment un véritable petit récif. Je n'ai pas encore assez étudié les calcaires massifs de Rochefort, mais j'ai tout lieu de croire qu'ils ont aussi un caractère récifal.

Il se rencontre dans les calcaires blancs plus ou moins compacts deux autres particularités importantes.

La première est l'abondance de stylolithes à un niveau qui est voisin du sommet. Ils sont presque aussi caractéristiques que les silex rubannés dans le niveau marneux supérieur.

La seconde est l'existence à un niveau un peu plus bas d'enclaves tortueuses oolithiques qui sont moins résistantes que la roche englobante. Lorsque les calcaires qui les contiennent sont exposés à l'air, ils se creusent de sinuosités irrégulières, se déchiquettent, de manière à prendre un aspect ruiniforme.

Le Mont Roland en présente de beaux exemples ; mais les plus accusés se trouvent aux environs d'Orchamp.

Une autre question qui se rattache au Bathonien supérieur est celle du Callovien. Jusqu'ici je n'avais pas trouvé près de Dôle *Macrocephalites macrocephalus*. En lisant le travail de M. Girardot j'y avais vu (p. 104) qu'elle avait été rencontrée par M. Pernet à la tranchée du chemin de fer entre Dôle et Champvans. Une course à cette tranchée m'a permis de l'y découvrir avec *Reineckeia anceps* dans les débris rejetés pour la plantation d'un poteau télégraphique. Elle s'y trouve dans un marno-calcaire gris-rosé qui se

rapproche beaucoup comme constitution des assises bathoniennes supérieures. Les mêmes assises se rencontrent près d'Authume au-dessus des marnes à *Waldheimia digona* ; mais je n'y ai pas encore rencontré *Macrocephalites macrocephalus*. Là, la transition entre les deux marno-calcaires a lieu par des calcaires lumachelliques à *Waldheimia digona* de forme allongée. Si donc le Callovien peut manquer sur certains points du Jura Dôlois, il ne manque pas partout. Je me propose d'en chercher les traces ailleurs et de voir s'il y est complet.

Dans tous les cas il paraît se lier partout au Bathonien sans hiatus ni traces d'émersion, à moins qu'on n'en reporte les premières assises au niveau marneux à grandes Huîtres et à *Waldheimia digona*. Ce niveau repose, en effet, sur une surface calcaire taraudée bien visible, surtout à la carrière de Champvans, à Auxange et à Moulin-Rouge.

Une autre surface taraudée se montre aussi vers le milieu du Bathonien compact à Monnières. Enfin, il en existe une troisième à la base du Bathonien entre deux niveaux à *Ostrea acuminata*. Ces trois surfaces prouvent que la mer, à certaines périodes du moins, fut peu profonde sur le versant sud-est de la Serre.

Une dernière particularité du Mont Roland qui mérite d'être signalée est celle des dolines ou dépressions circulaires profondes. Elles sont dues évidemment à des effondrements de terrains. Presque toutes jalonnent des failles et accusent des cours d'eau souterrains. Les deux plus importantes sont celles qui se trouvent auprès de la Chapelle du Mont Roland ; la plus méridionale à l'Est, la plus septentrionale au Nord-Est. Elles jalonnent manifestement l'important cours d'eau qui s'échappe en source vauclusienne au moulin de Jouhe.

TABLE

DES NOTES ET MÉMOIRES CONTENUS

DANS LE VOLUME XI DU BULLETIN (1911)

Pages

G. Fabre et ***J. Ressouche.*** — Chailles jurassiques des environs de Langogne (Lozère) 1

Camille Rouyer. — Jurassique moyen et supérieur du Chalonnais et du Mâconnais 4

H. Hubert. — Sur la Géologie du Soudan 28

W. Kilian. — Sur les « seuils de débordement » glaciaires et sur une phase importante dans la succession des oscillations glaciaires dans les Alpes françaises. 33

J. Priem. — Sur des otolithes de Poissons fossiles des terrains tertiaires supérieurs de France 39

G. Mouret. — Sur la limite occidentale du massif granitique d'Eymoutiers (Haute-Vienne) 47

Jean Boussac. — Nummulitique du Pelvoux. Zone du Flysch et zone des Aiguilles d'Arves 69

Jules Welsch. — Sur la présence des couches calcaires dans les schistes cristallins de la Vendée 73

H. Hubert. — Sur la constitution géologique de la plaine située à l'Est de la falaise de Bandiagara (Afrique occ. fr.) 76

J. Groth. — Note préliminaire sur le bassin houiller de Belmez (Espagne) 83

E. Fournier. — Sur la tectonique de la partie occidentale de la chaîne des Pyrénées 85

J. Repelin. — Les limites de l'Étage aquitanien 100

Édouard Harlé et ***André Harlé.*** — Le vol des grands Reptiles et Insectes disparus semble indiquer une pression atmosphérique élevée 118

Léon Bertrand. — Sur la structure géologique des Pyrénées occidentales et leurs relations avec les Pyrénées orientales et centrales : essai d'une carte structurale des Pyrénées 122

A. de Riaz. — Sur un gisement des couches à *Pelloceras transversarium* dans les Alpes-Maritimes 154

J. Lambert. — Victor-Auguste Gauthier, 1837-1911, avec liste des publications scientifiques 156

P. Fallot. — Sur l'existence possible de phénomènes de charriage à l'Ile de Rhodes 162

J. Gosselet. — Les assises crétaciques et tertiaires traversées par les fosses et les sondages de la région de Béthune 170

E. Caziot et ***E. Maury.*** — Limons et alluvions pléistocènes de la vallée inférieure du Var avec leur faune terrestre et fluviatile 177

Henri Douvillé. — *Pseudotoucasia* et *Bayleia* 190

D. Hollande. — Extrémité nord du massif de la Grande-Chartreuse 195

N. Font y Sagué. — Les formations géologiques du Rio de Oro (Sahara occidental) 212

G. F. Dollfus. — Étude des fossiles recueillis par N. Font y Sagué au Rio de Oro 218

E. Caziot. — Étude revisionnelle des Mollusques quaternaires des brèches de Toga, à Bastia (Corse) 239

Henri Roux. — Les plis des environs du Redeyef (Sud-Tunisien). Contribution à l'étude de l'Atlas saharien 249

Henri Douvillé. — Evolution et classification des Pulchelliidés 285

R. Zeiller. — Note sur quelques végétaux infraliasiques des environs de Niort ... 321

F. Priem. — Poissons fossiles de la République Argentine 329

Pages

Paul Lemoine. — Les tremblements de terre du Bassin de Paris, leurs relations avec les accidents tectoniques 341
R. Chudeau. — Note sur la géologie de la Mauritanie 413
Jean Cottreau. — Echinides du Nummulitique en Chalosse 429
F. Canu. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du Sud-Ouest de la France 444
H. E. Sauvage. — Sur quelques Ammonites du Jurassique supérieur du Boulonnais 455
G. Pontier. — Remarque sur les variations dentaires chez les Eléphants quaternaires européens 463

Compte rendu de la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Jura

Liste des membres de la Société et des personnes étrangères ayant pris part à la Réunion 473
Programme des excursions 473
Liste des principales publications relatives à la région étudiée 475

Séance d'ouverture du 27 août.

Election du Bureau 479
Bourgeat. — Allocution 479

Séance du 28 août.

Bourgeat. — Excursion du 27 août à Authume et à Jouhe 480
L. Collot, Lory, Bourgeat. — Observations 483
Bourgeat. — Excursion du 28 août à travers le massif de la Serre 483
L. Collot. — Observations 486

Séance du 30 août.

Bourgeat. — Excursion du 28 août à Montmyrey-la-Ville et au Mont Guérin 488
Bourgeat. — Excursion du 29 août à Pagnoz et à Ivrey 489
Bourgeat. — Excursion du 30 août aux Arsures et au bois de Mouchard 494
Collot, Jodot. — Observations 495
Euchène. — Observations 496

Séance du 31 août.

Bourgeat. — Excursion du 30 août vers Poligny 497
L. Collot. — Observations 498
Bourgeat. — Excursion du 31 août à Chaussenans 499
L. Collot. — Observations 501
A. Riche. — Observations 502-503

Séance du 1er septembre.

Bourgeat. — Excursion du 31 août aux grottes de Beaume 503
L. Collot, Lissajous. — Observations 505
Bourgeat. — Excursion du 1er septembre à Cuiseaux 507

Séance de clôture du 3 septembre.

Bourgeat. — Excursion du 1er septembre à Marciat 510
Bourgeat. — Excursion du 2 septembre à l'Euthe 512
Collot, Jodot. — Observations 515
Collot, Sayn. — Allocutions 517

E. Jourdy. — Sur la tectonique du Jura 518
Azéma. — Note stratigraphique sur le massif de la Serre 526
Bourgeat. — Sur le Mont Roland et sur le Bathonien des environs de Dôle 530

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

du Bulletin et du Compte Rendu sommaire

des Séances de la Société géologique de France

— 4e série, tome XI, Année 1911 —

Les renvois aux pages du Bulletin *sont en chiffres* **gras**, *les chiffres ordinaires maigres se rapportant aux seules pages du Compte Rendu sommaire.*

A

Aalénien. Sur la zone à *Lima Hersilia* de l' — sup. du Var, par A. Lanquine, 137.

Afrique. Voir : *Algérie, Madagascar, Maroc, Mauritanie, Rio de Oro, Soudan, Tunisien (Sud-).*

Ain. Voir : *Rhône.*

Algérie. Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne, par le général de Lamothe, 26.
Voir : *Guelma.*

Alpes. Note sur la succession des récurrences glaciaires dans les — françaises, par W. Kilian, 12, **33**. — Nummulitique du Pelvoux, z. du Flysch et z. des Aiguilles d'Arves, par J. Boussac, 20, **69**. — Le tunnel du Lœtschberg, par C. Schmidt, 51. — Contrib. à l'étude des glaciations dans les — dauphinoises, par P. Lory [Obs. de Haug], 93.

Alpes (Basses-). Présence d'organismes marins (Globigérines) dans les « grès d'Annot » des env. de Colmars (—), par Jean Boussac, 88. — Présence du Sénonien à Orbitoïdes dans le flysch calcaire des env. de Colmars, 89.

Alpes (Hautes-). Découverte au Morgon (—) de récifs coralligènes liasiques, par W. Kilian, 159.

Alpes-Maritimes. Nouv. gisement de Pléistocène marin, près Cannes (—), par E. Caziot, 43. — Sur un gisement des couches à *Peltoceras transversarium* dans les —, par de Riaz, 98, **154**. — Un nouveau gisement pléistocène terrestre aux env. de Nice, par E. Caziot, 116.
Voir : *Var.*

Amélie-les-Bains. A propos du Trias d'—, par O. Mengel, 13, 43. — A propos du Trias d' —, par Ch. Depéret, 29.

Amérique. Voir : *Argentine (République).*

Ammonites. Sur quelques — du Jurass. sup. du Boulonnais, par H. E. Sauvage (pl. IX), 179, **455**.

Aptien. Sur les Bélemnites de l'—, par W. Kilian (Obs. de Carez), 127.

Aquitaine. Voir : *Landes, Bryozoaires.*

Aquitanien. Les limites de l'étage —, par J. Repelin (fig.) (Obs. de G. Dollfus), 76, **100**.

Arbois. Réun. extr. Soc. géol. Jura, 148, **487**.

Argentine (République). Poissons fossiles de la —, par F. Priem (5 fig., pl. III-IV), 88, **329**.

Argolide. Sur le Paléozoïque et le Trias dans les îles côtières de l'—, par C. Renz, 160.

Arsures (les). Réun. extr. Soc. géol., **494**.

Asie. Voir : *Transcaucasie.*

Atlas. Voir : *Afrique, Sahara.*

Attique. Nouveaux affleurements de calcaires à *Fusulina* et à *Schwagerina* en —, par C. Renz, 181.

Authume. Réun. extr. Soc. géol., **480**.

Azéma. Réun. extr. Soc. géol. Jura; obs. 147. — Prés. d'ouv., 174. — Note statigr. sur le massif de la Serre (fig.), **526**.

B

Bajocien. Obs. sur la zone à *O. acuminata*, par L. Collot, 20.

Bandiagara. Sur la const. géol. de la plaine située à l'Est de la falaise du —, par M. Hubert (3 fig.), **76**.

Barcelone. Obs. à la note de M. Mengel « Coupes du versant mér. des Pyrénées au N. de la prov. de » —, par L. M. Vidal, 159.

Basset-Bonnefons (Raoul). Nécrologie, 107.

Bastia. Étude rév. des Moll. quatern. des brèches de Toga à — (Corse), par E. Caziot (8 fig.), 98, **239**.

Bathonien. Obs. sur la zone à *O. acuminata*, par L. Collot, 20. — Sur le mont Rolland et sur le — des env. de Dôle, par Bourgeat (5 fig.), **530**.

Beaume (grottes de). Réun. ext. Soc. géol., **503**.

Belmez. Note prél. sur le bassin houiller de —, par J. Groth (fig.), 67, **83**.

Bertrand (Léon). Sur la structure géologique des Pyrénées occ. et leurs relations avec les Pyrénées or. et centr. (6 fig., pl. I) [Obs. de L. Carez, Jourdy], 64, **122**. — Obs. sur la partie occid. de la chaîne des Pyrénées (note de E. Fournier), 69. — Sur les racines des nappes nord-pyrénéennes, 139. — Prés. d'ouv., 174. — Sur divers points de la géologie des Pyrénées occid. et orient., 177.

Béthune. Les assises crétaciques et tertiaires traversées par les fosses et les sondages de la région de —, par J. Gosselet (fig.), 129, **170**.

Bibliographie. Publ. de V. A. Gauthier, **156**. — Réun. extr. Soc. géol. dans le Jura, **475**.

Blayac (J.). Comm. sur la géol. de la région de Guelma [Obs. de Haug, Gentil], 9. — Obs. sur « Obs. sur la géol. de la région de Guelma », de M. Dareste de la Chavanne », 41.

Blésois. Sur le Tertiaire du —, par A. de Grossouvre [Obs. de G. F. Dollfus], 179.

Bonnet (P.). Prés. d'ouvr., 128. — Sur une mission en Transcaucasie (1910), 134.

Boule (Marcellin). Rapp. sur l'attribution du Prix Gaudry à M. —, par A. Lacroix, 109. — Cinquantenaire de M. Capellini, 123.

Boulonnais. Sur quelques Ammonites du Jurassique sup. du —, par E. Sauvage (pl. IX), 179, **455**.

Bourgeat (abbé). Réun. ext. Soc. géol.; alloc., 146. — C.R. des exc., 146-153 (36 fig.), **479** et suiv.

Boussac (Jean). Nummulitique du Pelvoux, zone du Flysch et zone des Aiguilles d'Arves, 20, **69**. — Prés. d'ouv. 85, 189. — Présence d'organismes marins (Globigérines) dans les « grès d'Annot » des environs de Colmars (Basses-Alpes), 88. — Présence du Sénonien à Orbitoïdes dans le « flysch calcaire » des env. de Colmars, 89.

Boussac (J.) et P. Fallot. Note préliminaire sur l'Oligocène de Majorque, 38.

Boutillier (Léon). Nécrologie, 154.

Broili (Ferd.). Prés. d'ouvr., 34.

Brun (Albert). Prés. d'ouv., 84.

Bryozoaires. Les — fossiles des terrains du Sud-Ouest de la France, par F. Canu (6 fig., pl. VII-VIII), 195, **444**.

Bureau. de la Société, 3. — De la Réun. extr., 146, **479**.

C

Calderon (Salvador). Nécrologie, 173.

Cartes. Bordure du massif granitique d'Eymoutiers (H^te^-Vienne), 1/320000, **65**. — Plaine à l'Est de la falaise de Bandiagara (Soudan), 1/6000000, **81**. — Esquisse tectonique de la partie orientale des Pyrénées basques, **126**. — Distribution du Jurassique dans le S.W., **149**. — Distribution des faciès de l'Aptien dans le S.W., **150**. — Distribution des faciès de Crétacé sup. dans le S.W., **151**. — Distribution des faciès au Danien et au Montien dans le S.W., **152**. — Failles épicrétacées de l'Artois, **172**. — Pliocène et Pleistocène de la vallée inf. du Var et des env. de Nice, 1/100000, **180**. — Tracé du cours d'eau pleistocène du vallon de St-Sauveur (A.-M.), 1/75000, **183**. — Extrémité nord du massif de la Grande Chartreuse, 1/250000, **201**. — Pays des Oulad Sidi Abid (Sud-Tunisien), 1/350000, **264-265**. — Guirlandes de plis du Sud-Tunisien, 1/2000000, **277**. — Transversales de l'Atlas saharien, 1/6000000, **281**. — Carte géol. de la Mauritanie, 1/6000000, **424**. — Principaux gisements à Echinides du Nummulitique en Chalosse et dans la région de Peyrehorade, **432**. — 55 cartes générales, régionales et locales de tremblements de terre du Bassin de Paris, **343** à **410**. — Schéma tectonique de la Serre, 1/160 000, **520**. — Carte du mont Rolland, 1/75 000, **534**. — Esquisse structurale des Pyrénées, 1/800000, pl. I.

Calvados. Études sur les Ammonites du Jurassique sup. Cardiocératidés de Dives, Villers-sur-Mer, etc., par Robert Douvillé, 130.

Cambessedès (Félix). Nécrologie, 107.

Cannes. Nouv. gisement de Pléistocène marin, près —, par E. Caziot, 43.

Canu (F.). Les Bryozoaires fossiles des terrains du Sud-Ouest de la France (6 fig., pl. VII-VIII), 195, **444**.

Carez (Léon). Obs. 66. — Remarques sur la classif. de l'Eocène des Pyrénées espagnoles, 95. — Obs. sur les Bélemnites de l'Aptien, 128.

Catalogne. Sur le Permien et le Trias catalans, par O. Mengel, 45. — Sur l'existence de mouvements du sol récents en Roussillon et en Ampurdan, par O. Mengel, 44.

Cayeux (L.). Prés. d'ouvr., 36, 85, 173.

Caziot (E.). Nouv. gisement de Pléistocène marin, près Cannes, 43. — Étude revis. des Moll. quaternaires des brèches de Toga à Bastia (Corse), (8 fig.), 98, **239**. — Un nouveau gisement pléistocène terrestre aux env. de Nice, 116.

Caziot (E.) et E. Maury. Limons et alluvions pléistocènes de la vallée inférieure du Var avec leur faune terrestre et fluviatile (3 fig.), 77, **177**.

Cerdagne. Existence de Trias et de Crétacé en —, par O. Mengel, 87.

Chalonnais. Jurassique moy. et sup. du — et du Mâconnais, par C. Rouyer (3 fig.), **4**.

Chalosse. Echinides du Nummulitique en — (Landes), par J. Cottreau (fig. 4, pl. V-VI), 199, **429**.

Charriages. Voir *Tectonique*.

Chaussenans. Réun. extr. Soc. géol., **499**.

Chevalier (Marcel). Prés. d'ouvr., 82.

Chudeau (René). Note sur la géol. de la Mauritanie (6 fig.) (Obs. de L. Gentil), 192, **413**.

Cirrhipèdes. Note prélim. sur les — néogènes du S.E. de la France, par L. Joleaud, 75.

Collet (Léon W.). Prés. d'ouvr., 19.

Collot (L.). Obs. sur la zone à *O. acuminata*, 20. — Réun. extr. Soc. géol., Jura; alloc., 145, 153; obs., 147, 149, 150, 151, **486**, **495**, **498**, **501**, **504**, **505**, **515**, **516**.

Combes (Paul). Obs. au sujet des Sables de Fontainebleau, 75.

Corse. Étude rev. des Moll. quaternaires des brèches de Toga à Bastia (—), par E. Caziot (8 fig.), 98, **239**.

Cossmann (M.). Prés. d'ouvr., 35, 81. — Obs. au sujet d'un *Dyrosaurus* tunisien, 167.

Cottreau (J.). Échinides du Nummulitique en Chalosse (Landes) (4 fig., pl. V-VI), 199, **429**.

Couffon (O.). Prés. d'ouv., 173, 174.

Courty (G.). A propos de l'âge géol. des Poudingues de Nemours (obs. de G. Dollfus), 98. — Sur l'existence des sables granulitiques de la Sologne à Villejuif (Seine), 196. — Un point de paléogéographie yprésienne (obs. de G. F. Dollfus), 198.

Crétacé. Existence du Trias et du — en Cerdagne, par O. Mengel, 87. — Etude sur les *Phylloceras* jurassiques et — s par Jullien, 129. — Les assises crétaciques et tertiaires traversées par les fosses et les sondages de la région de Béthune, par J. Gosselet (fig.), 129, **170**.

Voir : *Aptien*, *Pisolithique*, *Sénonien*.

Cuiseaux. Réun. extr. Soc. géol., **503**, **507**.

D

Dalloni (M.). Prés. d'ouvr., 8. — Découverte de l'*Equisetum arenaceum* à la partie sup. des grès rouges pyrénéens [obs. de O. Mengel, 45], 28. — Sur l'extension des griottes à *Anarcestes subnautilinus* dans les Pyrénées, 68. — Obs. sur la class. de l'Eocène des Pyrénées espagnoles, 142.

Daniloff (Eugène de). Nécrologie, 107.

Dareste de la Chavanne (J.). Obs. sur la géol. de la région de Guelma [obs. de J. Blayac, 9, 41], 39.

Dautzenberg. Prés. d'ouvr., 82.

Davy (L.). Prés. d'ouvr., 129.

Déchy (de). Prés. d'ouvr., 51.

Delépine (G.). Prés. d'ouvr., 190.

Depéret (Ch.). A propos du Trias d'Amélie-les-Bains [obs. de O. Mengel, 13, 43], 29.

Detroyat (A.). Nécrologie, 173.

Deux-Sèvres. Note sur quelques végétaux infraliasiques des env. de Niort, par R. Zeiller (pl. II), 98, **321**.

Dôle. Réun. extr. Soc. géol., 146, **479**. — Sur le Mont Reland et sur le Bathonien des env. de —, par Bourgeat (5 fig.), **530**.

Dollfus (G. F.). Notes nouvelles sur les Sables et grès de Fontainebleau (obs. de P. Combes), 73. — Obs., 77. — Obs. sur le calc. pisolithique, 96. — Obs. à propos de l'âge des Poudingues de Nemours, 100. — Prés. d'ouvr., 82. — Étude des fossiles re-

cueillis par N. Font y Sagué au Rio-de-Oro (11 fig.) [obs. de P. Lemoine], 158, **218**. — Obs. à propos du Tertiaire du Blésois, 180. — Obs. à propos de l'Yprésien, 198.

Dollot (Aug.). Profil géol. de la ligne métropolitaine n° 2 Nord et aperçu de l'allure des couches du sous-sol de Paris (obs. de G. Ramond), 123.

Doncieux (L.). Prés. d'ouvr., 34.

Dordogne. Nouvelles découvertes de Lemming à Teyjat (—), par Ed. Harlé, 167.

Douvillé (Henri). *Pseudotoucasia* et *Bayleia* (6 fig.), 82, **190**. — Evolution et classification des Pulchelliidés (73 fig.) (obs. de W. Kilian), 117, 85, **285**. — Prés. d'ouvr., 156. — Obs. au sujet d'une note de M. Negris, 166. — Obs. au sujet du *Dyrosaurus*, 167.

Douvillé (Robert). Études sur les Ammonites du Jurassique sup. Cardiocératidés, de Dives, Villers, etc., 130.

Dumas. Nécrologie, 146, 153, **480**.

Dupont. Nécrologie, 116.

E

Échinides du Nummulitique en Chalosse, par J. Cottreau (4 fig., pl. V-VI), 199, **429**.

Elbe. Rép. à une note récente de M. B. Lotti sur la tectonique de l'île d' —, par P. Termier, 24.

Éléphants. L'ossuaire d' — du marquis de Cerralbo, à Torralba (Esp.), par Ed. Harlé, 163. — Remarques sur les variations dentaires chez les — quaternaires européens, par G. Pontier (pl. X), 196, **463**.

Eocène. Remarques sur la classif. de l'— des Pyrénées espagnoles, par L. Carez, 95. — Obs. sur la class. de l'— des Pyrénées espagnoles, par M. Dalloni, 142.

Espagne. Voir : *Barcelone*, *Belmez*, *Catalogne*, *Cerdagne*, Dalloni, *Majorque*, *Rio-de-Oro*, *Torralba*.

Euchène. Réun. extr. Soc. géol. Jura ; obs., 149, **496**.

Euthe (*l'*). Réun. extr. Soc. géol., **512**.

Eymoutiers. Sur la limite occid. du massif granitique d'—, par G. Mouret (3 fig.), 14, **47**. — Obs. sur la limite occid. du massif granitique d'—, par A. de Grossouvre, 198.

F

Fabre (Georges). Nécrologie, 116.

Fabre (G.) et J. Ressouche. Chailles jurassiques des env. de Langogne (Lozère) (fig.), **1**.

Fairman (Edw. Saint-John). Nécrologie, 173.

Fallot (Paul). Sur l'existence possible de phénomènes de charriage à l'île de Rhodes (3 fig.), 126, **162**.

Fallot (J. Boussac et P.). Note préliminaire sur l'Oligocène de Majorque, 98.

Flysch. Voir : *Nummulitique*.

Fontainebleau. Notes nouvelles sur les sables et grès de —, par G. Dollfus [obs. de P. Combes], 73.

Fontannes (Legs V^e^). Arrérages, leur distribution, 156.

Font y Sagué (Abbé Norberto). Nécrologie, 106. — Études des fossiles recueillis par N. — au Rio-de-Oro, par G. F. Dollfus (11 fig.) [obs. de P. Lemoine et L. Gentil], 158, **218**. — Les formations géol. de Rio-de-Oro (Sahara occ.) (fig.), **212**.

Fournier (Dr. A.). Nécrologie, 153.

Fournier (E.). Sur la tectonique de la partie occid. de la chaîne des Pyrénées (6 fig.) [obs. de L. Bertrand], 69, **85**.

G

Gaillard (Claudius). Sur les mouvements de l'écorce terrestre et leurs causes, 83.

Garde (G.). Prés. d'ouvr., 8. — Sur un point de la géol. du Soudan [Obs. de H. Hubert, 11, 57], 42.

Gauthier (Victor-Auguste). Nécrologie, 116, **156**.

Geandey. Nécrologie, 107.

Gentil (Louis). Prés. d'ouvr., 9, 165. — Obs. à propos de la géol. de la région de Guelma, 11. — Sur le détroit Sud-Rifain, 21. — Récentes obs. sur le Rif occidental [Obs. de M. Lugeon], 22. — Allocution, 49. — Obs. sur le Miocène du Sud-Marocain, 158. — Obs. à propos de la Tectonique du Sud-Tunisien, 176. — Obs. sur la Mauritanie, 192. — Prés. d'une carte géol. du Maroc, 193.

Gignoux (Maurice). Les faciès marins du Pliocène sup. et du Quaternaire dans la Méditerranée occid. et spécialement dans l'Italie du Sud, 134.

Glaciaire. Note sur la succession des récurrences — s dans les Alpes françaises, par W. Kilian, 12, **33**. — L'énigme —, par Paul Villain, 37. — Contrib. à l'étude des glaciations dans les Alpes dauphinoises, par P. Lory [Obs. de Haug], 93.

Glangeaud (Ph.). Migration de la ligne de partage des eaux dans la chaîne

des Puys ; Un réseau hydrographique fossile, 29. — Prés. d'ouvr., 35, 93.

Gosselet (J.). Les assises crétaciques et tertiaires traversées par les fosses et les sondages de la région de Béthune (fig.), 129, **170**.

Grande-Chartreuse. Extrémité N. du Massif de la —, par D. Hollande (15 fig.), 164, **195**.

Grèce. Obs. au sujet d'une carte de M. Negris, par Henri Douvillé, 166. — Le développement du Trias en — moyenne orientale, par C. Renz, 169.
Voir : *Argolide*, *Attique*.

Grossouvre (A. de). Sur le Tertiaire du Blésois [Obs. de G. F. Dollfus], 179. — Obs. sur la limite occid. du massif granitique d'Eymoutiers, 198.

Groth (J.). Note prél. sur le bassin houiller de Belmez (Espagne) (fig.), 67, **83**.

Guébhard (A.). Le gisement de Vertébrés du Mont-Dol, 129.

Guelma. Comm. sur la géol. de la région de —, par J. Blayac [Obs. de Haug, Gentil], 9. — Obs. sur la géol. de la région de —, par J. Dareste de la Chavanne [Obs. de J. Blayac], 39.

Guérin (Mont-). Réun. extr. Soc. géol., **488**.

H

Harlé (Ed.). Prés. d'ouvr., 18. — L'ossuaire d'Eléphants du marquis de Cerralbo, à Torralba (Espagne), 163. — Nouvelle découverte de Lemming à Teyjat (Dordogne), 167.

Harlé (Ed. et André). Le vol des grands Reptiles et Insectes disparus semble indiquer une pression atmosphérique élevée, 83, **118**.

Haug (Ém.). Obs. à propos de la géol. de la région de Guelma, 11. — Obs. sur les glaciations dans les Alpes, 95. — Prés. d'ouvr., 190.

Hollande (D.). Extrémité nord du massif de la Grande-Chartreuse (15 fig.), 164, **195**.

Houiller. Note prél. sur le bassin — de Belmez, par J. Groth (fig.), 67, **83**. — Tectonique du Bassin — du Nord de la France, par Lodin, 140.

Hubert (H.). Sur la Géol. du Soudan [Obs. de G. Garde, 42], 11, **28**. — Sur la constitution géol. de la plaine située à l'E. de la falaise de Bandiagara (3 fig.), 55, **76**. — A propos d'un point de la géol. du Soudan, 57.

I

Insectes. Le vol des grands Reptiles et — disparus, semble indiquer une pression atmosphérique élevée, par Ed. et André Harlé, 83, **118**.

Isère. Extrémité N. du massif de la Grande-Chartreuse, par D. Hollande (15 fig.), 164, **195**.

Italie. Voir : *Elbe*.

Ivrey. Réun. extr. Soc. géol., **480**.

J

Jodot. Réun. extr. Soc. géol., Jura. Obs. 149, 151, **495**, **516**.

Joleaud (Léonce). Note préliminaire sur les Cirrhipèdes néogènes du S. E. de la France, 75.

Jouhe. Réun. extr. Soc. géol., **489**.

Jourdy (Général). Obs. à propos de la structure des Pyrénées et Prépyrénées occid. (note de L. Bertrand), 67. — Obs. à propos d'une conférence de M. P. Termier sur les problèmes de la Tectonique, 122. — Sur la tectonique du Jura (fig.), **518**.

Jullien (Colonel). Étude sur les *Phylloceras* jurassiques et crétacés, 129. — Nécrologie, 173.

Jura. Réun. extr. dans le —, en 1911, 145, 184, **473**. — Sur la tectonique du —, par E. Jourdy (fig.), **518**. — Note stratigr. sur le massif de la Serre, par Azéma (fig.), **526**. — Sur le mont Roland et sur le Bathonien des env. de Dôle, par Bourgeat (5 fig.), **530**.

Jurassique. Étude sur les *Phylloceras* — s et crétacés, par Jullien, 129. — Etudes sur les Ammonites du — sup., Cardioceratidés, de Dives, Villers, etc., par Robert Douvillé, 130. — Sur quelques Ammonites du — sup. du Boulonnais, par E. Sauvage (pl. IX), 179, **455**. Chailles — s des env. de Langogne (Lozère), par G. Fabre et J. Ressouche (fig.), **1**. — moy. et sup. du Chalonnais et du Mâconnais, par C. Rouyer (3 fig.), **4**.
Voir : *Bajocien*, *Bathonien*, *Kimeridgien*, *Oxfordien*, *Tithonique*.

K

Kilian (W.). Note sur la succession des récurrences glaciaires dans les Alpes françaises, 12, **33**. — Prés. d'ouvr., 18. — Rapp. sur l'attribution du Prix Fontannes, 111. — Obs. au sujet de la note de M. H. Douvillé, sur l'évolution des Pulchelliidés, 117. — Présentation d'un *Pygope diphya* Col. du Tithonique sup., 127. — Sur les Bélemnites de l'Aptien [Obs. de

Carez], 127. — Découverte au Morgon (Hautes-Alpes), de récifs coralligènes liasiques, 159.

Kimeridgien. Le genre Dacosaure, par E. Sauvage, 83.

L

Lacroix (A.). Allocution, 1. — Prés. d'ouvr., 18. — Discours annuel, 105. — Rapp. sur l'attribution du Prix Gaudry, 109.

Laflamme (Mgr Jos. Clovis R.). Nécrologie, 17, 107.

Lambert (J.). Prés. d'ouvr., 34. — Notice nécrologique sur Victor-Auguste Gauthier, 116, **156**.

Lamothe (Général de). Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne, 26.

Landes. Échinides du Nummulitique en Chalosse (—), par J. Cottreau (4 fig., pl. V-VI), 199, **429**.

Langogne. Chailles jurass. des env. de — (Lozère), par G. Fabre et J. Ressouches (fig.), **1**.

Lanquine (Antonin). Sur la zone à *Lima hersilia* de l'Aalénien sup. du Var, 137.

Launay (De). Prés. d'ouvr., 63, 165.

Lecointre (Comtesse Pierre). Nécrologie, 116.

Lemoine (Paul). Sur la nature récifale du calcaire pisolithique de Vigny et de Montainville (S.-et-O.) [Obs. de G. F. Dollfus], 96. — Prés. d'ouvr., 157. — Obs. sur le Rio de Oro, 158. — Les tremblements de terre du Bassin de Paris (55 fig.), 191, **341**.

Levat (D.). Sur la minéralogie et la géologie de Madagascar, 93.

Lias. Note sur quelques végétaux infraliasiques des env. de Niort, par R. Zeiller (pl. II), 98, **321**. — Découverte au Morgon (Hautes-Alpes) de récifs coralligènes — iques, par W. Kilian, 159.

Lissajous. Réun. extr. Soc. géol., Jura; Obs., 152, **505**.

Lodin. Tectonique du bassin houiller du Nord de la France, 140.

Loir-et-Cher. Voir : *Blésois*.

Lons-le-Saulnier. Réun. extr. Soc. géol., Jura, 151, **510**.

Lory (P.). Contr. à l'étude des glaciations dans les Alpes dauphinoises [Obs. de Haug], 93. — Obs. Réun. extr. Soc. géol., 147, **483**.

Lozère. Chailles jurass. des env. de Langogne (—), par G. Fabre et J. Ressouche (fig.), **1**.

Lugeon (Maurice). Prés. d'ouvr., 19. — Obs. sur « Récentes obs. sur le Rif occid., par L. Gentil », 24. — Le projet de captage du Haut-Rhône français, 185.

M

Mâconnais. Jurass. moy. et sup. du Chalonnais et du —, par C. Rouyer (3 fig.), **4**.

Madagascar. Sur la minéralogie et la géologie de —, par D. Levat, 93.

Majorque. Note prélim. sur l'Oligocène de —, par J. Boussac et Paul Fallot, 38.

Maroc. Sur le détroit Sud-Rifain, par L. Gentil, 21. — Récentes obs. sur le Rif occid., par L. Gentil [Obs. de M. Lugeon], 22. — Obs. par L. Gentil, 158. — Prés. d'une Carte géol. du —, par L. Gentil, 193.

Martin (Dr Henri). Prés. d'ouvr., 18.

Martonne (E. de). Prés. d'ouvr., 36, 73.

Mauritanie. Note sur la géol. de la —, par René Chudeau (6 fig.) [Obs. de L. Gentil], 192, **413**.

Marciat. Réun. extr. Soc. géol., **510**.

Maury (E. Caziot et E.). Les limons et alluvions pléistocènes de la vallée inférieure du Var avec leur faune terrestre et fluviatile (3 fig.), 77, **177**.

Méditerranée. Voir : *Elbe*, *Majorque*, *Rhodes*.

Mengel (O.). A propos du Trias d'Amélie-les-Bains [Obs. de Ch. Depéret, 29], 13, 43. — Sur l'existence de mouvements du sol récents en Roussillon et en Ampurdan, 44. — Sur le Permien et le Trias catalans, 45. — Existence du Trias et du Crétacé en Cerdagne, 87. — Obs. à la note de M. —, « Coupes du versant méridional des Pyrénées au N. de la prov. de Barcelone, par L. M. Vidal, 159.

Merciai (Giuseppe). Prés. d'ouvr., 35.

Michel-Lévy (A.). Nécrologie, 154.

Mieg (M.). Nécrologie, 3. — Legs à la Société, 33.

Miquel e Irizar. Nécrologie, 106.

Moissey. Réun. extr. Soc. géol., 146, **480**.

Montainville. Sur la nature récifale du calcaire pisolithique de Vigny et de — (S. et O.), par P. Lemoine (Obs. de G.-F. Dollfus), 96.

Montmirey-la-Ville. Réun. extr. Soc. géol., **488**.

Morgon. Découverte au — (Hautes-Alpes) de récifs coralligènes liasiques, par W. Kilian, 159.

Mouret (G.). Sur la limite occidentale

du massif granitique d'Eymoutiers (3 fig.) (Obs. de A. de Grossouvre, 198), 14, **47**.

N

Navarro (Luis Fernandez). Prés. d'ouvr., 155.

Nécrologie. Basset-Bonnefons (Raoul), 107. — Boutillier (Léon), 154. — Calderon (Salvador), 173. — Cambessédès (Félix), 107. — Daniloff (Eugène de), 107. — Detroyat (A.), 173. — Dumas (A.), 146. — Dupont, 116. — Fabre (Georges), 116. — Fairman (Paul St.-John), 173. — Font y Sagué (Abbé Norberto), 106. — Dr. A. Fournier, 153. — Gauthier (Victor-Auguste), 116, **156**. — Geandey, 107. — Jullien (Colonel), 173. — Mgr Joseph Clovis R. Laflamme, 17, 107. — Lecointre (Ctesse Pierre), 116. — Michel-Lévy (A.), 154. — Mieg (M.), 3. — Miquel e Irizar (Manuel), 106. — Œhlert (Mme P.), 49, 73, 108. — Paquier (V.), 188. — Rolland (Georges), 107. — Stefanescu (Gregoriu), 61. — Tabariès de Grandsaigne, 107. — Thomas (Philippe), 107. — Toucas (Ar.), 128.

Negre (Georges). Prés. d'ouvr., 123.

Negris. Obs. au sujet d'une note de M. —, par H. Douvillé, 166.

Néogène. Note préliminaire sur les Cirrhipèdes —s du S.E. de la France, par L. Joleaud, 75.

Nice. Voir : *Alpes-Maritimes*.

Nicklès (René). Rapport sur l'attribution du Prix Gosselet à M. —, par P. Termier, 115.

Niort. Note sur quelques végétaux infraliasiques des env. de —, par R. Zeiller (pl. II), 98, **321**.

Nopcsa (Baron Fr.). Rem. au sujet de la note de M. Thevenin sur le *Dyrosaurus*, 162.

Nord. Voir : *Boulonnais*.

Nummulitique. — du Pelvoux, z. du Flysch et z. des Aiguilles d'Arves, par J. Boussac, 20, **69**. — Échinides du — en Chalosse (Landes), par J. Cottreau (4 fig., pl. V-VI), 199, **427**.

O

Œhlert (D.). Allocution, 6.

Œhlert (Mme P.). Nécrologie, 49, 73, 108.

Oligocène. Note préliminaire sur l'— de Majorque, par J. Boussac et P. Fallot, 38.

Oxfordien. Sur un gisement des couches à *Peltoceras transversarium* dans les Alpes-Maritimes, par de Riaz, 98.

P

Pagnoz. Réun. extr. Soc. géol., **489**.

Paléontologie. Sur des otolithes de Poissons fossiles des terrains tertiaires sup. de France, par F. Priem (18 fig.), 14, **139**. — Limons et alluvions pléist. de la vallée infér. du Var, avec leur faune terrestre et fluviatile, par E. Caziot et E. Maury (3 fig.), 77, **177**. *Pseudotoucasia* et *Bayleia*, par H. Douvillé (6 fig.), **82**, **190**. — Évolution et classification des Pulchelliidés, par H. Douvillé (73 fig.) [Obs. de W. Kilian, 117], 85, **285**. — Poissons fossiles de la République Argentine, par F. Priem (5 fig.), pl. III-IV, 88, **329**. — Etude rev. des Moll. quatern. des brèches de Toga à Bastia (Corse), par E. Caziot (8 fig.), 98, **239**. — Note sur quelques végétaux infraliasiques des env. de Niort, par R. Zeiller (pl. II), 98, **321**. — Etude sur les *Phylloceras* jurassiques et crétacés, par Jullien, 129. — Etudes sur les Ammonites du Jurassique supérieur, par Robert Douvillé, 130. — Sur la persistance d'un type de Reptile secondaire au début du Tertiaire, par A. Thevenin, 136. — Etude des fossiles recueillis par N. Font y Sagué, au Rio-de-Oro, par G. Dollfus (11 fig.), 158, **218**. — Rem. au sujet de la note précédente, par F. Nopcsa, 162. — L'ossuaire d'Eléphants du marquis de Cerralbo, à Torralba (Esp.), par Ed. Harlé, 163. — Nouvelle découverte de Lemming à Teyjat (Dordogne), par Ed. Harlé, 167. — Les Bryozoaires fossiles des terrains du Sud-Ouest de la France, par F. Canu (6 fig., pl. VII-VII), 195, **444**. — Sur quelques Ammonites du Jurass. sup. du Boulonnais, par E. Sauvage (pl. IX), 179, **455**. — Remarques sur les déviations dentaires chez les Éléphants quaternaires européens, par G. Pontier (pl. X), 196, **463**. — Echinides du Nummulitique en Chalosse, par G. Cottreau (4 fig., pl. V-VI), 199, **429**.

Paléozoïque. Sur le — et le Trias dans les îles côtières de l'Argolide, par C. Renz, 160.

Paquier (V.). Nécrologie, 188.

Paris. Profil géol. de la ligne métropolitaine n° 2 Nord et aperçu de l'allure des couches du sous-sol de —, par A. Dollot (Obs. de G. Ramond), 123.

Paris (*Bassin de*). Notes nouvelles sur les sables et grès de Fontainebleau, par G.-F. Dollfus [Obs. de P. Combes],

73. — A propos de l'âge géol. des Poudingues de Nemours, par G. Courty (obs. de G. Dollfus), 98. — Les tremblements de terre du —, par P. Lemoine (55 fig.), 191, **341**.

Pas-de-Calais. Les assises crétaciques et tertiaires traversées par les fosses et les sondages de la région de Béthune (—), par J. Gosselet (fig.), 129, **170**.

Pelvoux. Nummulitique du —, z. du flysch et z. des Aiguilles d'Arves, par J. Boussac, 20, **69**.
Voir : *Boulonnais*.

Permien. Sur le — et le Trias catalans, par O. Mengel, 45.
Voir : *Trias*.

Pervinquière (L.). Obs. au sujet d'un *Dyrosaurus* tunisien, 167.

Peyrot. Prés. d'ouvr., 81.

Pisolithique (*Calcaire*). Sur la nature récifale du — de Vigny et de Montainville (S.-et-O.), par P. Lemoine [obs. de G.-F. Dollfus], 96.

Pleistocène. Nouv. gisement de —, marin, près Cannes, par E. Caziot, 43. — Limons et alluvions — s de la vallée inf. du Var avec leur faune terrestre et fluviatile, par E. Caziot et E. Maury (3 fig.), 77, **177**. — Un nouveau gisement — terrestre aux environs de Nice, par E. Caziot, 116.

Pissarro. Prés. d'ouvr., 81.

Poincaré. Prés. d'ouvr., 157.

Poisson (Georges). Prés. d'ouvr., 156.

Poissons. Sur des otolithes de — fossiles des terrains tertiaires sup. de France, par F. Priem (18 fig.), 14, **39**. — — fossiles de la République Argentine, par F. Priem (5 fig., pl. III-IV), 88, **329**.

Poligny. Réun. extr. Soc. géol., Jura, 149, **497**.

Pontier (G.). Remarques sur les variations dentaires chez les Eléphants quaternaires européens (pl. X), 196, **463**.

Priem (F.). Sur des otolithes de Poissons fossiles des terrains tertiaires sup. de France (18 fig.), 14, **39**. — Poissons fossiles de la République Argentine (5 fig., pl. III-IV), 88, **329**.

Primaire. Voir : *Paléozoïque*, *Permien*.

Prix de la Société, leur distribution, 18, 108.

Pulchelliidés. Evolution et classification des —, par Henri Douvillé (73 fig.), 85, **285**.

Puys. Migration de la ligne de partage des eaux dans la chaîne des —; Un réseau hydrogr. fossile, par Ch. Glangeaud, 29.

Pyrénées. Découverte de l'*Equisetum arenaceum* à la partie sup. du grès rouge pyrénéen, par M. Dalloni, 28. — Sur la structure géol. des — occ. et leurs relations avec les — or. et cent., par Léon Bertrand, (6 fig., pl. I) [Obs. de L. Carez, Jourdy], 64, **122**. — Sur l'extension des griottes à *Anarcestes subnautilinus* dans les —, par M. Dalloni, 68. — Sur la tectonique de la partie occid. de la chaîne des —, par E. Fournier (6 fig.) (Obs. de L. Bertrand), 69, **85**. — Remarques sur la classif. de l'Eocène des — espagnoles, par L. Carez, 95. — Obs. à la note de O. Mengel : « Coupes du versant mér. des — au N. de la prov. de Barcelone, par L.-M. Vidal, 159. — Sur les racines des nappes nord-pyrénéennes, par Léon Bertrand, 139. — Obs. sur la class. de l'Eocène des — espagnoles, par M. Dalloni, 142. — Sur divers points de la géol. des — occid. et orient., par Léon Bertrand, 177.
Voir : *Cerdagne*.

Pyrénées-Orientales. A propos du Trias d'Amélie-les-Bains, par O. Mengel, 13, 43. — A propos du Trias d'Amélie-les-Bains, par Ch. Depéret, 29.
Voir : *Roussillon*.

Q

Quaternaire. Étude rev. des Moll. — des brèches de Toga à Bastia (Corse), par E. Caziot (8 fig.), 98, **239**. — Remarques sur les variations dentaires chez les Eléphants — s européens, par G. Pontier (pl. X), 196, **463**.

R

Rabot (Charles). Prés. d'ouvr., 62.

Ramond (G.). Obs. à propos de l'allure des couches du sous-sol de Paris, 126.

Redeyef. Les plis des env. du — (Sud-Tunisien), par H. Roux (5 fig.) [Obs. de L. Gentil], 175, **249**.

Renz (Carl). Prés. d'ouv., 121. — Sur le Paléozoïque et le Trias dans les îles côtières de l'Argolide, 160. — Le développement du Trias en Grèce moyenne orientale, 169. — Nouveaux affleurements des calcaires à *Fusulina* et à *Schwagerina* en Attique, 181.

Repelin (J.). Les limites de l'étage aquitanien (fig.) [Obs. de G. Dollfus], 76, **100**.

Reptiles. Le vol des grands — et Insectes disparus semble indiquer une pression atmosphérique élevée, par Ed. et An-

dré Harlé, 83, **118**. — Sur la persistance d'un type de — secondaire au début du Tertiaire, par A. Thevenin [Obs. de F. Nopcsa, 162, H. Douvillé, Pervinquière, Cossmann, 167], 136, 166.

Ressouche (G. Fabre et J.). Chailles jurass. des env. de Langogne (Lozère), (fig.), **1**.

Réunion extraord. Soc. géol. dans le Jura en 1911, 145, 184, **473**.

Révil (Joseph). Prés. d'ouv., 19. — Rapp. sur l'attribution du Prix Fontannes à M. —, par W. Kilian, 111.

Rhodes. Sur l'existence possible de phénomènes de charriage à l'île de —, par P. Fallot (3 fig.), 126, **162**.

Rhône. Le projet de captage du haut- — français, par Maurice Lugeon, 184.

Riaz (de). Sur un gisement des couches à *Peltoceras transversarium* dans les Alpes-Maritimes, 98, **154**.

Riche (A.). Réun. extr. Soc. géol., Jura, obs. 151, 152, 184, **502**, **503**.

Rio-de-Oro. Études des fossiles recueillis par N. Font y Sagué au —, par G.F. Dollfus (11 fig.) [Obs. P. Lemoine et L. Gentil], 158, **218**. — Les formations géol. du Rio-de-Oro, par Font y Sagué, **212**.

Rivage (*Anciennes lignes de*). Les — du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne, par le général de Lamothe, 26.

Roland (*Mont*). Sur le —, et sur le Bathonien des env. de Dôle, par Bourgeat (5 fig.), **530**.

Rolland (Georges). Nécrologie, 107.

Roman (Fr.). Prés. d'ouvr., 50.

Roussillon. Sur l'existence de mouvements du sol récents en — et en Ampurdan, par O. Mengel, 44.

Roux (Henri). Les plis des env. du Redeyef (Sud-Tunisien) (5 fig.) [Obs. de L. Gentil, 176], 175, **249**.

Rouyer (Cam.). Jurassique moy. et sup. du Chalonnais et du Mâconnais (3 fig.), **4**.

Rudistes. Sur *Bayleia subæqualis* d'Orb. sp., par H. Douvillé, 82.

Russie. Voir : *Transcaucasie*.

S

Sahara. Voir : *Afrique*, *Mauritanie*, *Rio-de-Janeiro*, *Soudan*, *Sud-Tunisien*.

Saône-et-Loire. Jurass. moy. et sup. du Chalonnais et du Mâconnais, par C. Rouyer (3 fig.), **4**.

Sauvage (H.-E.). Le genre Dacosaure, 83. — Sur quelques Ammonites du Jurassique sup. du Boulonnais (pl. IX), 179, **455**.

Savoie. Extrémité N. du massif de la Grande-Chartreuse, par D. Hollande, 164.

Savoie (*Haute-*). Voir : *Rhône*.

Sayn (G.). Réun. extr. Soc. géol., Jura, 153, **517**.

Schmidt (Carl). Le tunnel du Lœtschberg, 53.

Secondaire. Sur la persistance d'un type de Reptile — au début du Tertiaire, par A. Thevenin [Obs. de F. Nopcsa, 162, H. Douvillé, Pervinquière, Cossmann, 136, 167].
Voir : *Crétacé*, *Jurassique*, *Lias*, *Pisolithique*, *Trias*.

Seine. Sur l'existence des sables granulitiques de la Sologne à Villejuif (—), par G. Courty, 196.

Seine-et-Oise. Sur la nature récifale du Calc. pisolithique de Vigny et de Montainville (—), par P. Lemoine [Obs. de G.-F. Dollfus], 96.

Sénonien. Présence du — à Orbitoïdes dans le « Flysch calcaire » des env. de Colmars, par Jean Boussac, 87.

Serre (La). Réun. extr. Soc. géol., **483**. — Note stratigr. sur le massif de —, par Azéma (fig.), **526**.

Sologne. Sur l'existence de sables granulitiques de la — à Villejuif (Seine), par G. Courty, 196.

Soudan. Sur la Géol. du —, par H. Hubert, 11, **28**. — Sur un point de la géol. du —, par G. Garde, 42. — Sur la constitution géol. de la plaine située à l'Est de la falaise de Bandiagara, par H. Hubert (3 fig.), 55, **76**. — A propos d'un point de la géol. du —, 57.
Voir : *Mauritanie*.

Stefanescu (Gregoriu). Nécrologie, 61.

Suisse. Le tunnel du Lœtschberg, par C. Schmidt, 51.

Sud-Ouest. Les Bryozoaires fossiles, des terrains du — de la France, par F. Canu, 195.

T

Tabariès de Grandsaigne. Nécrologie, 107.

Tectonique. Rép. à une note récente de M. Lotti sur la — de l'île d'Elbe, par P. Termier, 24. — Sur la structure géol. des Pyrénées occ. et leurs relations avec les Pyrénées or. et centr., par Léon Bertrand (6 fig., pl. I) [Obs. de L. Carez, Jourdy], 64, **122**. — Sur la — de la partie occid. de la chaîne des Pyrénées, par E. Four-

NIER (6 fig.) [Obs. de L. BERTRAND], 69, **85**. — Obs. sur les problèmes de la —, par le Gal JOURDY, 122. — Sur l'existence possible de phénomènes de charriage à l'île de Rhodes, par P. FALLOT (3 fig.), 126, **162**. — Sur les racines des nappes nord-pyrénéennes, par L. BERTRAND, 139. — du bassin houiller du Nord de la France, par LODIN, 140. — Les plis des env. de Redeyef (Sud-Tunisien), par H. ROUX (5 fig.), 175, **249**. — Les tremblements de terre du Bassin de Paris; leurs relations avec les accidents — s, par P. LEMOINE (55 fig.), 191, **341**. — Sur la tectonique du Jura, par E. JOURDY (fig.), **518**.

TERMIER (P.). Rép. à une note récente de M. B. Lotti sur la Tectonique de l'île d'Elbe, 24. — Rapp. sur l'attribution du Prix Gosselet, 115. — Prés. d'ouvr., 122, 174, 189.

Tertiaire. Sur des otolithes de Poissons fossiles des terrains — s sup. de France, par F. PRIEM (18 fig.), 14, **39**. — Les assises crétaciques et — s traversées par les fosses et les sondages de la région de Béthune, par J. GOSSELET (fig.), 129, **170**. — Sur la persistance d'un type de Reptile secondaire au début du —, par A. THEVENIN [Obs. de F. NOPCSA, 162, H. DOUVILLÉ, PERVINQUIÈRE, COSSMANN, 167], 136. — Sur le — du Blésois, par A. DE GROSSOUVRE, 179.

Voir : *Aquitanien Éocène, Néogène, Nummulitique, Oligocène, Pisolithique, Pléistocène*.

THEVENIN (Ar.). Prés. d'ouvr., 20. — Sur la persistance d'un type de Reptile secondaire au début du Tertiaire (obs. de F. NOPCSA, 162; H. DOUVILLÉ, PERVINQUIÈRE, COSSMANN, 167), 136, 166.

THOMAS (Philippe). Nécrologie, 107.

Tithonique. Prés. d'un *Pygope diphya* COL. du — sup., par W. KILIAN, 127.

Torralba. L'ossuaire d'Éléphants du marquis de Cerralbo, à — (Espagne), par Éd. HARLÉ, 163.

TOUCAS (A.). Nécrologie, 128.

Transcaucasie. Sur une mission en — (1910), par Pierre BONNET, 134.

Tremblements de terre. Les — du Bassin de Paris, par P. LEMOINE (55 fig.), 191, **341**.

Trias. A propos du — d'Amélie-les-Bains, par O. MENGEL, 13, 43, — Découverte d'*Equisetum arenaceum* à la partie supérieure du grès rouge pyrénéen, par M. DALLONI, 28. — A propos du — d'Amélie-les-Bains, par Ch. DEPÉRET, 29. — Sur le Permien et le — catalans, par O. MENGEL, 45. — Existence de — et de Crétacé en Cerdagne, par O. MENGEL, 87. — Sur le Paléozoïque et le Trias dans les îles côtières de l'Argolide, par C. RENZ, 160. — Le développement du — en Grèce moyenne orientale par C. RENZ, 169.

Tunisien (*Sud-*). Les plis des env. du Redeyef (—), par H. ROUX (5 fig.) (obs. de L. GENTIL), 175, **249**.

V

VALETTE (Dom). Prés. d'ouvr., 156.

Var. Limons et alluvions pléistocènes de la vallée inf. du — avec leur faune terrestre et fluviatile, par E. CAZIOT et E. MAURY (3 fig.), 77, **177**. — Sur la zone à *Lima hersilia* de l'Aalénien sup. du —, par A. LANQUINE, 137.

VÉLAIN (Ch.). Prés. d'ouvr., 189.

Vendée. Sur la présence de couches calcaires dans les schistes cristallins de la —, par J. WELSCH, 77, **73**.

VIALAY (A.). Prés. d'ouvr., 63.

VIDAL (L. M.). Obs. à la note de M. Mengel : « Coupes du versant mér. des Pyrénées au N. de la prov. de Barcelone », 159.

Vienne (*Haute-*). Sur la limite occid. du massif granitique d'Eymoutiers (3 fig.) (Obs. de A. DE GROSSOUVRE, 198), 14, **47**.

Vigny. Sur la nature récifale du calc. pisolithique de — et de Montainville (S.-et-O.), par P. LEMOINE (obs. de G.-F. DOLLFUS), 96.

VILLAIN (Paul). L'énigme glaciaire, 37.

Villejuif. Sur l'existence des sables granulitiques de la Sologne à — (Seine), par G. COURTY, 196.

W

WELSCH (Jules). Sur la présence de couches calcaires dans les schistes cristallins de la Vendée, 77, **73**. — Prés. d'ouvr., 123.

Y

Yprésien. Un point de paléogéographie — ne, par G. COURTY (obs. de G.-F. DOLLFUS), 198.

Z

ZEILLER (R.). Prés. d'ouvr., 61, 62. — Note sur quelques végétaux infraliasiques des env. de Niort (pl. II), 98, **321**.

DATES DE PUBLICATION

DES FASCICULES QUI COMPOSENT CE VOLUME

Fascicule 1-2 —	(Feuilles 1-7),	novembre 1911.
— 3 —	(— 8-11, pl. I),	janvier 1912.
— 4-5 —	(— 12-20),	mai 1912.
— 6-7-8 —	(— 21-30, pl. II-X),	septembre 1912.
— 9 —	(— 31-35),	décembre 1912.

yrénéenne (Z)

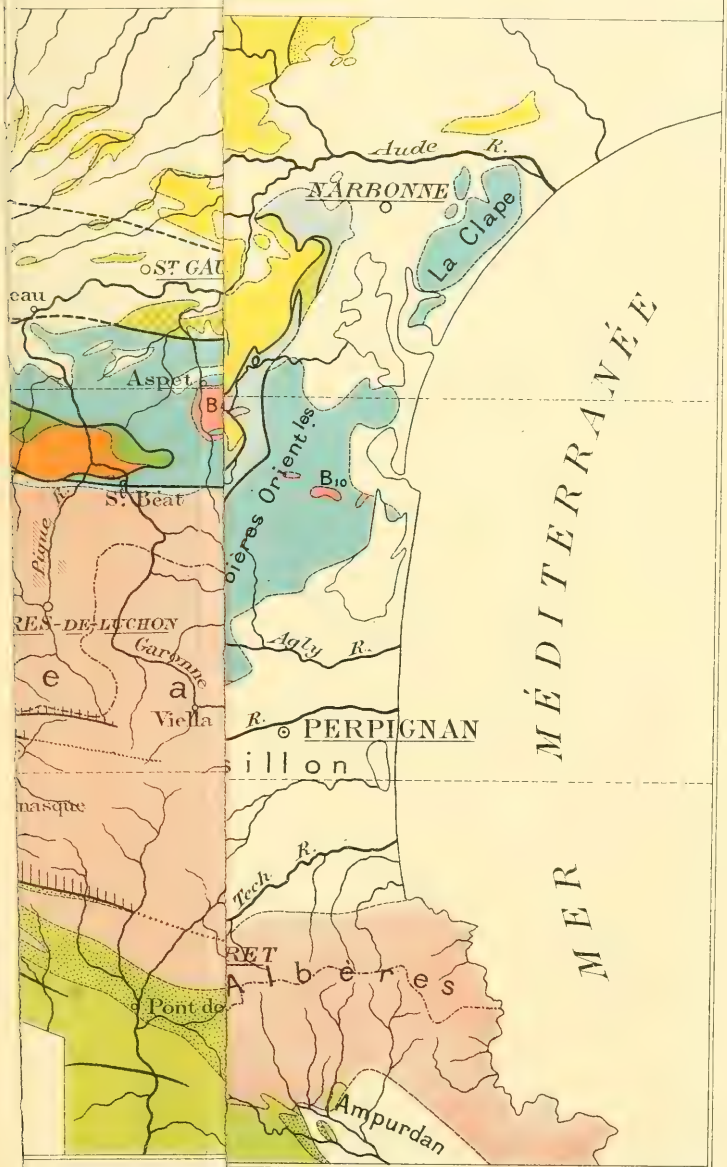
eur.

daires inférieurs.

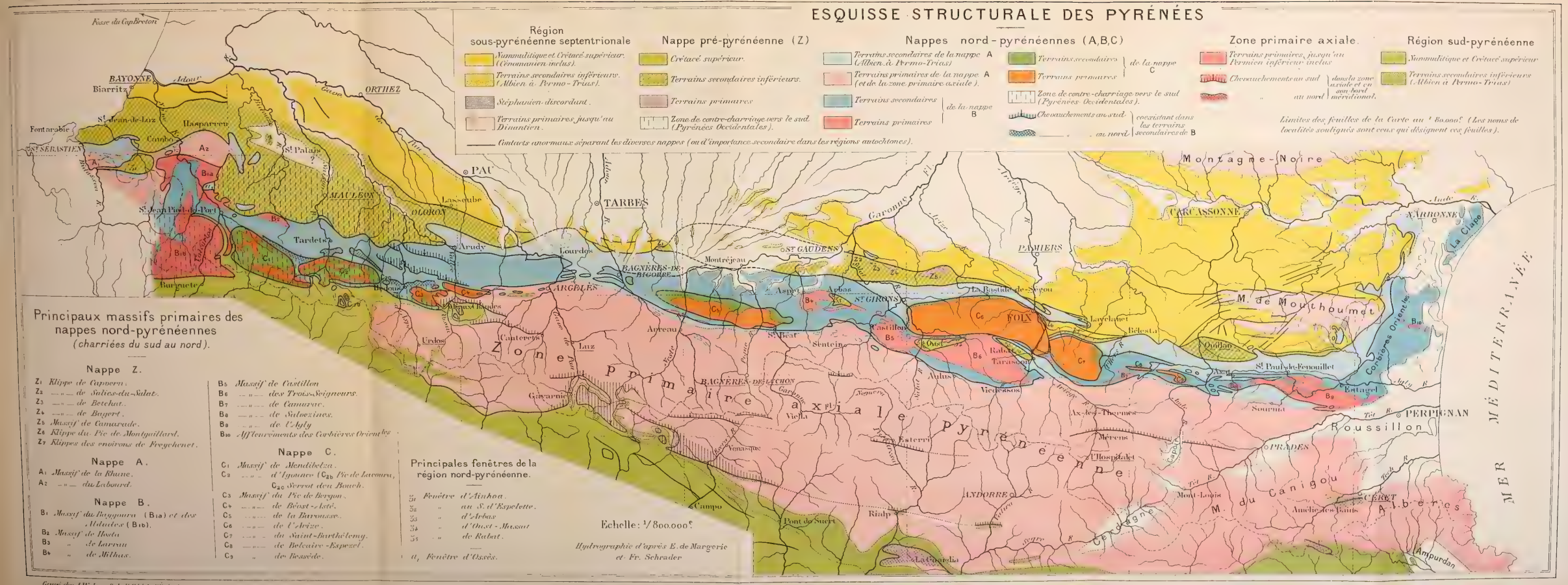
aires.

harriage vers le sud
identales).

lance secondaire dan



ESQUISSE STRUCTURALE DES PYRÉNÉES



Gravé chez L. Wuhrer, R. de l'Abbé de l'Epée, 4

EXPLICATION DE LA PLANCHE II

VÉGÉTAUX INFRALIASIQUES DES ENVIRONS DE NIORT

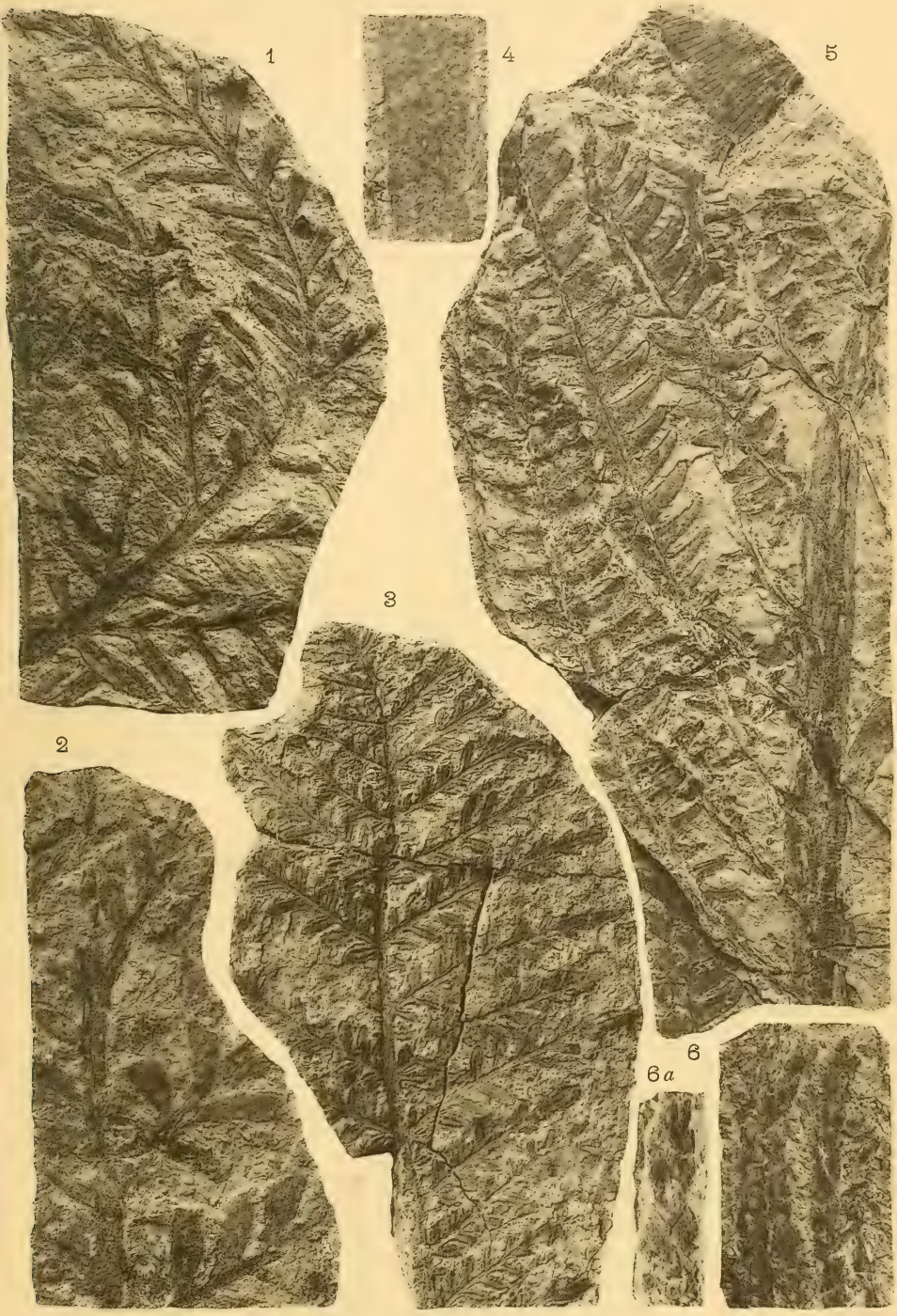
Fig. 1 à 3. — **Thinnfeldia incisa** Saporta. Fragments de frondes, montrant des pennes diversement découpées.

4. — **Tæniopteris tenuinervis** Brauns. Fragment de fronde réduit à une moitié du limbe.

5. — En haut, **Equisetites** sp. Fragment de tige et de gaine foliaire. Au-dessous, **Cladophlebis** (**Todea**) **Rœsserti** Presl. (sp.) Portion de fronde, montrant les pennes latérales rabattues d'un même côté du rachis.

6. — **Widdringtonites** sp. — Fragments de ramules de Conifère très analogues au *Widdr. liasinus* Kurr (sp.).

6 a. — Portion d'un de ces mêmes ramules, grossie 2 fois.


1
4
5
3
2
6
6a

EXPLICATION DE LA PLANCHE III

Fig. 1-3. — **Odontaspis** aff. **contortidens** Ag. — Dents vues par la face interne. Environs de Parana (M. d'Halwin).

Fig. 4-6. — **Id.** — Dents vues par la face interne. Falaise du Rio Parana à Villa Urquiza.

Fig. 7. — **Oxyrhina** sp. — Dent de la mâchoire inférieure vue par la face interne. Falaise du Rio Parana à Villa Urquiza.

Fig. 8. — **Carcharias** (**Prionodon**) **obliquidens** Bravard sp. — Dent vue par la face interne. Falaise du Rio Parana à Villa Urquiza.

Fig. 9-10. — **Id.** — Dents supérieures vues par la face interne. Environs de Parana (M. d'Halwin).

Fig. 11. — **Rhinoptera** ? sp. — Chevron incomplet. Falaise du Rio Parana à Villa Urquiza.

Fig. 12-13. — **Arius** sp. — Plaques de l'armure céphalo-thoracique. Haut Parana.

Fig. 14-15. — **Arius**. sp. — Piquants pectoraux vus par la face postérieure. Haut Parana.

Fig. 16. — **Arius** sp. — Piquant dorsal vu par la face antérieure. Haut Parana.

Fig. 17. — **Arius** sp. — Piquant pectoral articulé à la clavicule. Falaise du Rio Parana à Villa Urquiza.

Fig. 18-19. — **Hypostoma** ? sp. — Fragment vu sur les deux faces. Falaise du Rio Parana à Villa Urquiza.

Fig. 20-21. — *Vertèbre* vue de face et de profil. Haut Parana.

Fig. 22-23. — *Siluridé*. Complexe de vertèbres antérieures soudées, vu de dessus et de dessous. Haut Parana.

Fig. 24. — Fragment d'armure céphalique de Siluridé ? Haut Parana.

Fig. 25-26. — *Pièce indéterminée* (boucle ?) vue par la face supérieure et la face inférieure. Environs de Parana (M. d'Halwin).

Fig. 27. — *Pièce indéterminée* (boucle ?) vue par la face supérieure. Haut Parana.

Les pièces figurées sont représentées en grandeur naturelle. Clichés et dessins dans le texte de M. J. Papoint.

Cl. J. Papoint. Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine).

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV

Fig. 1-10. — *Pièces indéterminées* (boucles ?) vues par la face supérieure. Falaise du Parana à Villa Urquiza.

Fig. 11-12. — *Id.* — Pièces vues par la face supérieure. Haut Parana.

Fig. 13. — *Id.* — Pièce n° 10 vue par dessous. Même provenance.

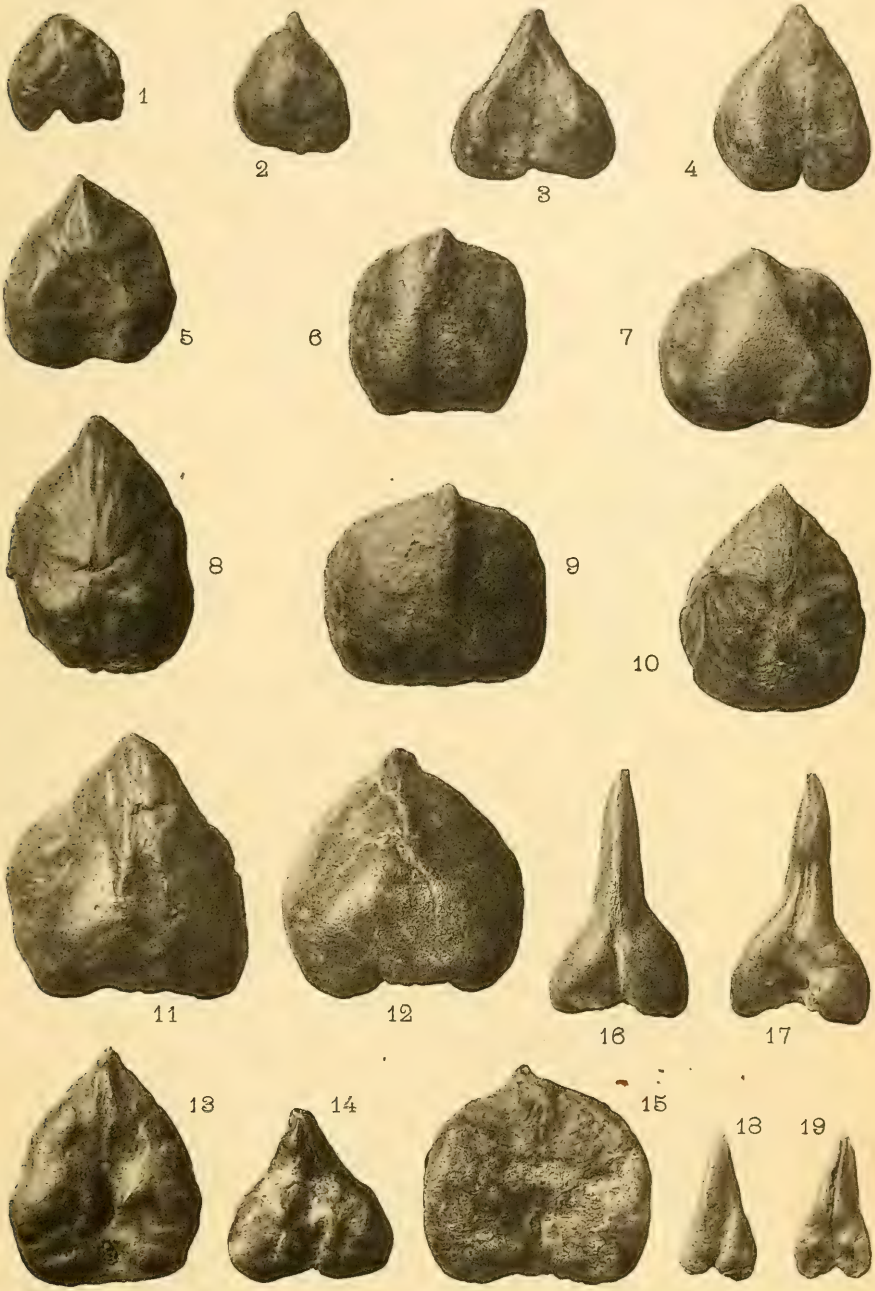
Fig. 14. — *Id.* — Pièce n° 3 vue par dessous. Même provenance.

Fig. 15. — *id.* — Pièce n° 9 vue par dessous. Même provenance.

Fig. 16-17. — *Pièce indéterminée* ressemblant à un interépineux, vue par la face supérieure et la face inférieure. Falaise du Rio Parana à Villa Urquiza.

Fig. 18-19. — *Pièce indéterminée* analogue vue par la face supérieure et la face inférieure. Haut Parana.

Les pièces figurées sur les planches sont représentées grandeur naturelle. Clichés et dessins dans le texte de M. J. Papoint.



Cl. J. Papoint. Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine).

EXPLICATION DE LA PLANCHE V

Fig. 1-3. — **Cyclaster** (**Brissopneustes**) **Dubaleni** n. sp. Face supérieure, profil, face inférieure. Grossi 2 fois. — Marnes bleues à *Xanthopsis*. Lutétien inférieur. — Localité. Coudures, Le Lémia (Landes).

4. — Face supérieure du même échantillon. × 6.

5. — Face postérieure du même échantillon montrant la fasciole sous-anale. × 6.

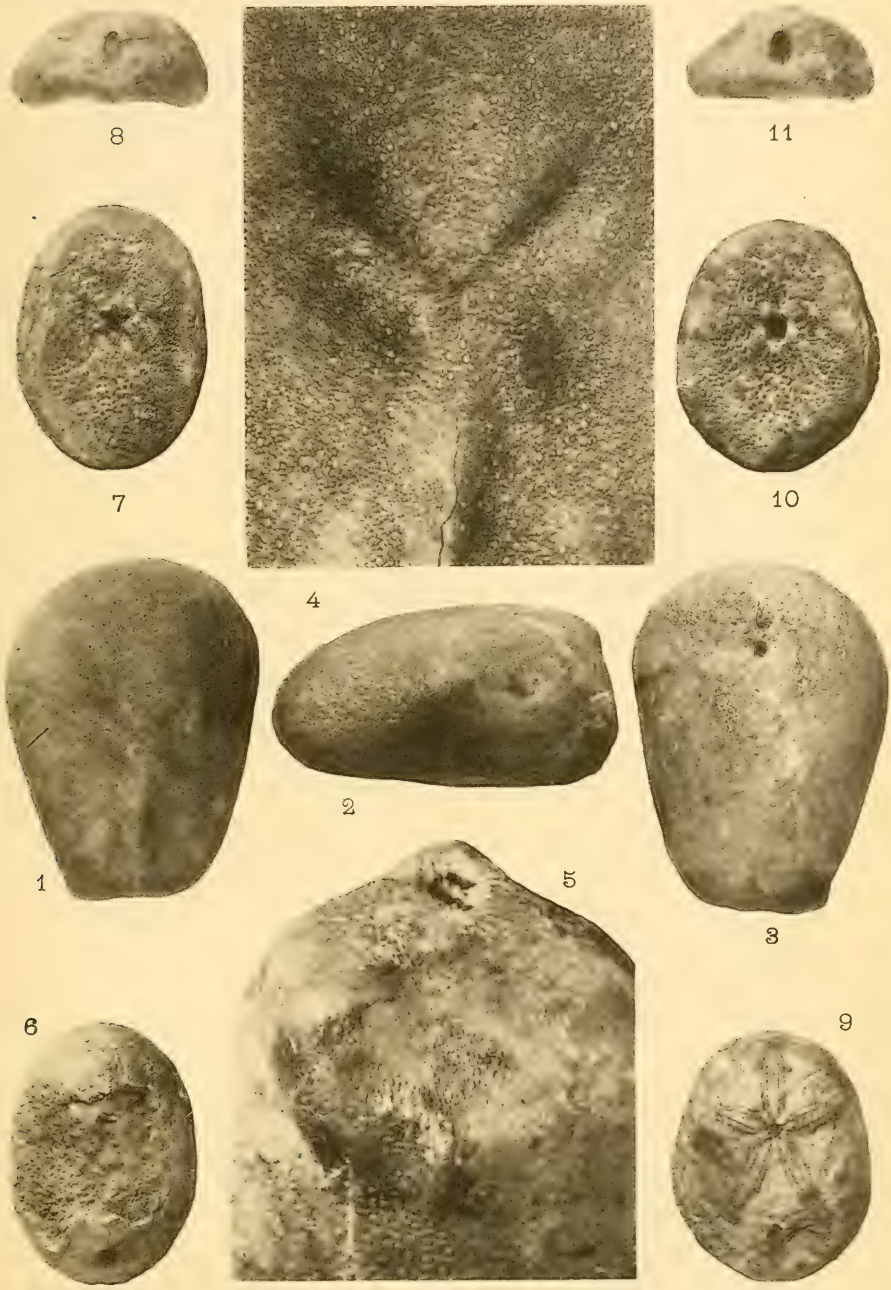
6-8. — **Cassidulus Munieri** Cott. Grandeur naturelle. Face supérieure, face inférieure, face postérieure. — Lutétien inférieur. Localité : Buanes (bois de Baziou). Landes.

9-11. — **Cassidulus Munieri** Cott. — Grandeur naturelle. — Autre échantillon. — Même localité.

Les échantillons figurés sont conservés dans les collections du musée de Mont-de-Marsan.

Note de M. J. Cottreau.

Bull. Soc. géol. de France. S. 4; T. XI; Pl. v (18 Déc. 1911).



Cl. Cintract. Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine).

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI

Fig. 12-13. — **Echinolampas Leymeriei** Cott. Échantillon jeune, grossi 2 fois. Lutétien. Localité : Coudures, Le Lémia (Landes).

14-31. — **Sismondia marginalis** Des Moul. var. **tenuissima** Ag., type extrême de cette variété. Éocène supérieur. Divers échantillons. Localité : Horsarieu (Landes), Pédelay.

14-21. — Face supérieure de grandeur naturelle.

22-23. — Face inférieure de grandeur naturelle.

24-27. — Profil de grandeur naturelle.

28. — Face inférieure montrant la disposition des plaques, grossie 2 fois.

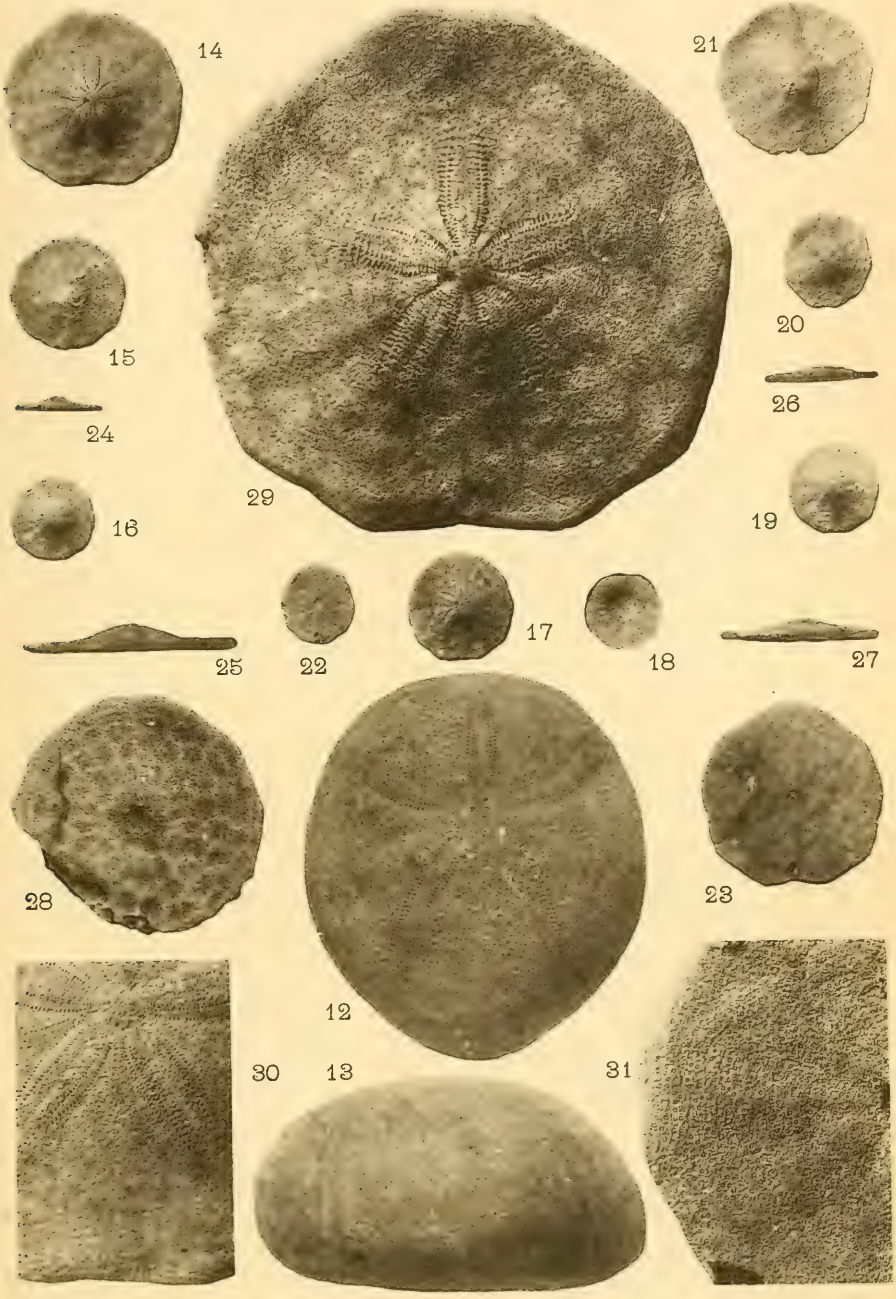
29. — Face supérieure de l'échantillon figuré en grandeur naturelle fig. 14, grossie 3 fois.

30. — Portion de la face supérieure d'un échantillon montrant l'ornementation, grossie 3 fois.

31. — Portion de la face inférieure d'un autre échantillon montrant le détail de l'ornementation, grossie 3 fois.

Les échantillons figurés appartiennent aux collections du musée de Mont-de Marsan.

Bull. Soc. géol. de France. S. 4; T. XI; Pl. VI (18 Déc. 1911).



Cl. Cintract. Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine).

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII

Fig. 1-2. — **Retepora simplex** Busk. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. — p. 445.

3. — **Osthimosia coronopus** Busk. Biarritz. École des Mines. — p. 446.

4-5. — **Retepora Ferussaci** Michelin. D'après d'Archiac. Biarritz. p. 444.

6. — **Stomatopora granulata** Milne-Edwards. Biarritz. École des Mines. — p. 447.

7-8. — **Filisparsa Thorenti** Michelin. D'après Michelin. École des Mines. — p. 447.

9. — **Entalophora pulchella** Reuss. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. — p. 447.

10-11-12. — **Filisparsa Labati** d'Archiac. Lutécien supérieur de la Goureppe. École des Mines. — p. 449.

10-11, d'après d'Archiac ; 12, face dorsale, × 23,5.

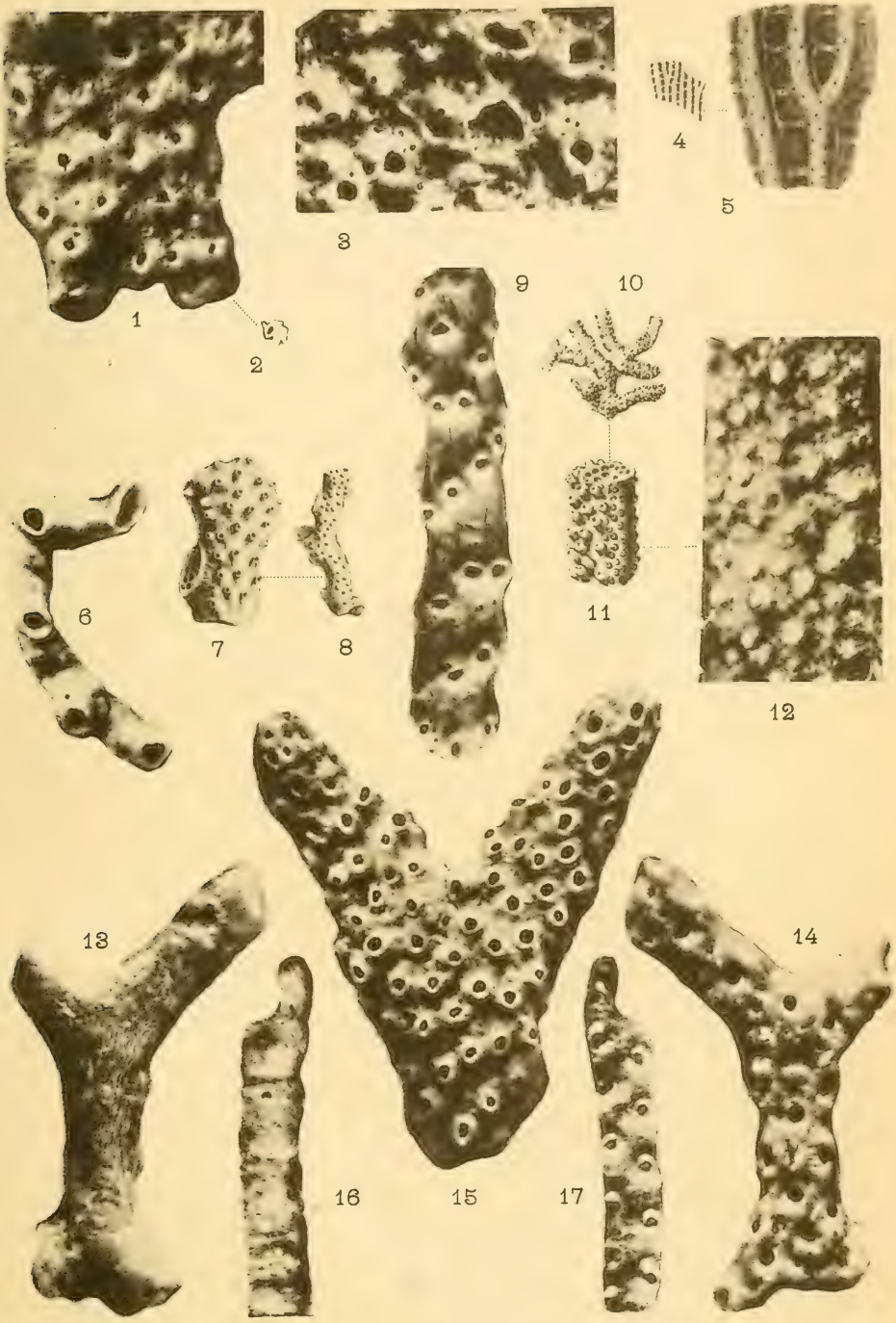
13-14. — **Retepora tuberculata** Reuss. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. — p. 444.

15. — **Entalophora Geinitzi** Beutler. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. — p. 448.

16-17. — **Crisia Corbini** Canu. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. — p. 446.

Toutes les figures originales sont grossies environ 23,5 fois.

Bull. Soc. géol. de France. S. 4; T. XI; Pl. VII (18 Déc. 1911).



Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine).

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII

Fig. 1-2. — **Idmonea petri** d'Archiac. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. — p. 452. Voir aussi : fig. 10-11.

3-4. — **Idmonea pseudodisticha** Schafhautl. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. — p. 451.

5-6-7. — **Idmonea carinata** Römer. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. — p. 451.

8-9. — **Idmonea incurvata** Canu. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. — p. 453.

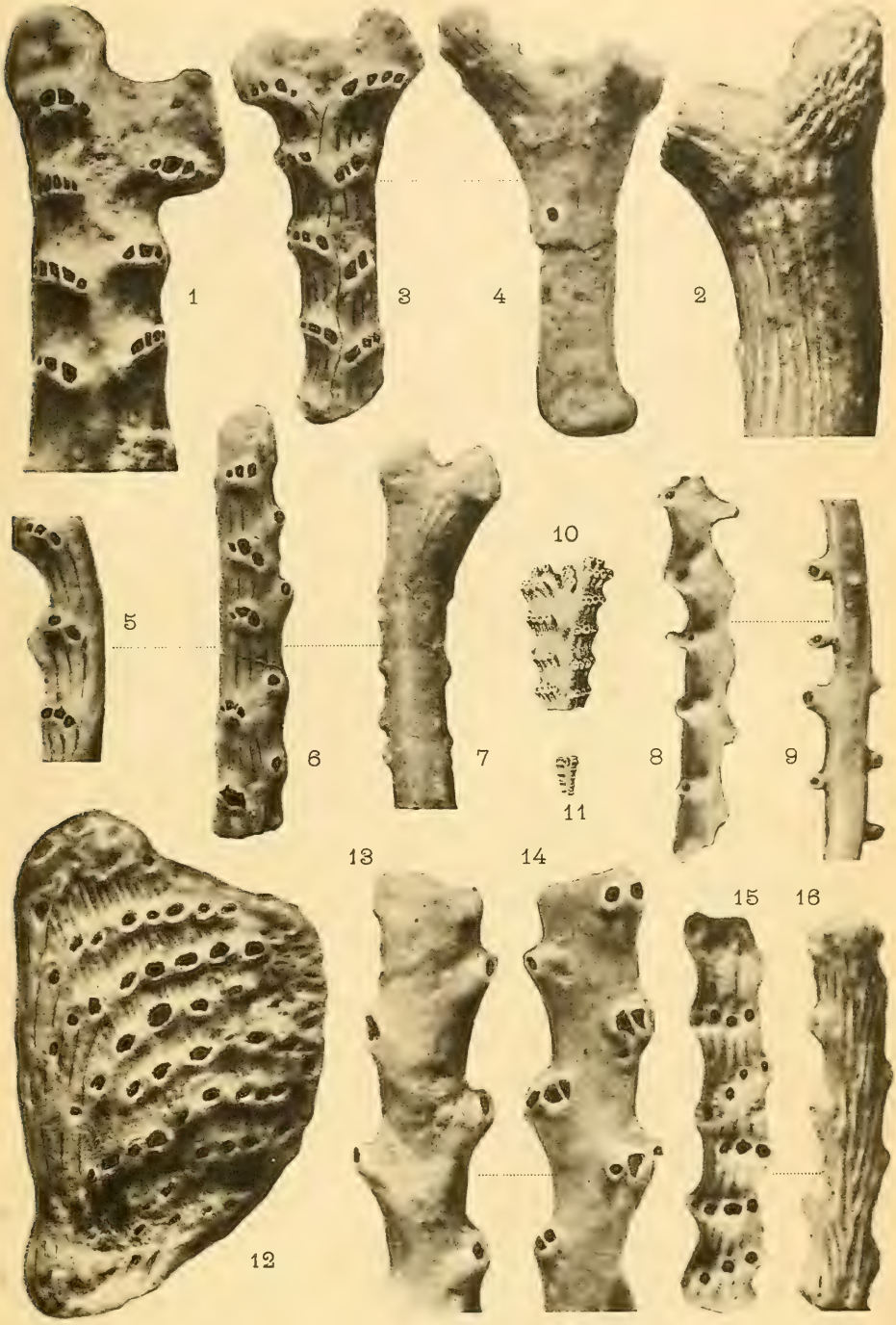
10-11. — **Idmonea petri** d'Archiac. D'après d'Archiac. Lutécien supérieur de la Goureppe. — p. 452. Voir aussi : fig. 1-2.

12. — **Reticulipora nummulitorum** d'Orbigny. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. — p. 453.

13-14. — **Idmonea triforata** Canu. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. — p. 452.

15-16. — **Hornera hippolyta** Defrance. Jeunes rameaux. Auversien de Biarritz. Coll. Canu. — p. 453.

Toutes les figures originales sont grossies environ 23,5 fois.



Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine).

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX

Fig. 1. — **Perisphinctes Nikitini** Mich. Portlandien supérieur. — n° 1311, Cat. mus. Boulogne.

2. — **Olcostephanus pallasianus** d'Orb. Portlandien moyen. — n° 1129, Cat. mus. Boulogne.

3. — **Olcostephanus Lomonossovi** Mich. Portlandien moyen.— n° 6541, Cat. mus. Boulogne.

4. — **Olcostephanus apertus** Visch. Portlandien supérieur. — n° 3940, Cat. mus. Boulogne.

5. — **Virgatites scythicus** Mich. Portlandien supérieur. — n° 5185, Cat. mus. Boulogne.

6. — **Virgatites triplicatus** Pav. Portlandien supérieur. — n° 5295, Cat. mus. Boulogne.

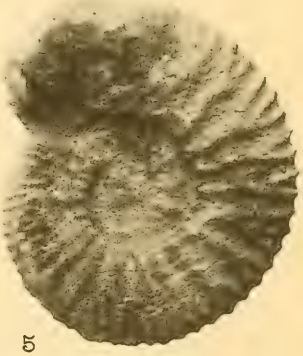
A part la figure 1 réduite de moitié, toutes les autres figures sont de grandeur naturelle.

Bull. Soc. géol. de France. S. 4; T. XI; Pl. IX (4 Déc. 1911).

4

3

2



5

6

1

Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine).

EXPLICATION DE LA PLANCHE X

Fig. 1. — **Elephas meridionalis.** Arrière-molaire supérieure gauche. — Saint-Prest. — Type normal. — Lames courtes distantes, épaisses. — 1/2 grandeur.

Fig. 2. — **Elephas meridionalis.** Arrière-molaire inférieure gauche usagée. — Type atténué. — Cromer. — Lames plus minces que dans le type précédent. — 1/2 grandeur.

Fig. 3. — **Elephas antiquus.** Arrière-molaire inférieure gauche. — Tilloux. — Lames épaisses, concaves, dilatation angulaire très forte. — Table large, lames courtes, relativement. — Type ayant des rapports avec l'*Elephas priscus*. — Réduit au 1/4.

Fig. 4. — **Elephas antiquus.** Arrière-molaire inférieure gauche. — Vallée de la Seine. Flins les Murcaux. — *Type normal.* — Réduit au 1/4.

Fig. 5. — **Elephas intermedius.** Arrière-molaire inférieure gauche. — Quaternaire d'Arques. — Lames assez larges, dilatation médiane, espacement des lames. — Réduit au 1/4.

Fig. 6. — **Elephas primigenius.** Arrière-molaire inférieure droite. — Lena. Sibérie. — Type sibérien à lames fines. — Réduit au 1/4.

Fig. 7. — **Elephas primigenius.** Arrière-molaire inférieure droite. — Quaternaire d'Arques. — Lames très fines. — Type évolué. — Réduit au 1/4.

Fig. 8. — **Elephas primigenius.** — Sibérie. — Dent extrêmement usagée. Les lames deviennent larges et irrégulières, mais la table reste assez peu large. Malgré la largeur accidentelle des lames, le type reste cependant accusé. — 1/2 grandeur.

Bull. Soc. géol. de France. S. 4; T. XI; Pl. x (18 Déc. 1911).

Photocoll. Tortellier, Arcueil (Seine).

Tarif des tirés a part	25 ex.	50 ex.	75 ex.	100 ex.	150 ex.	200 ex.	250 ex.
Brochage compris — 16 pages.....	5,50	7 »	8,50	10 »	13 »	16 »	19 »
Brochage compris — 12 —	5 »	6,25	7,50	8,75	10,25	12,75	15,25
Brochage compris — 8 —	4 »	4,75	5,50	6,25	7,75	9,25	10,75
Brochage compris — 4 —	3 »	3,50	4 »	4,50	5,50	6,50	7,50
Brochage compris — 2 —	2,50	2,75	3 »	3,25	3,75	4,25	4,75
Couverture							
Imprimée, titre spécial.....	4 »	4,50	5 »	5,50	6,50	7,50	8,50
Passe-partout avec titre de la note.....	3 »	3,50	4 »	4,50	5,50	6,50	7,50
Papier couleur sans impression.....	0,50	0,75	1 »	1,25	1,75	2,25	2,75

MÉMOIRES-GÉOLOGIE

Paraissant irrégulièrement depuis 1833, format in-4° raisin. Prix divers. (50 °/₀ pour les Membres de la Société).

Extrait du Catalogue.

Cossmann et Lambert. Etude paléontologique et stratigraphique sur le terrain oligocène marin des environs d'Etampes. *88 p., 1 tabl., 6 pl.*..... 10 »

Ph. Thomas. Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur quelques formations d'eau douce de l'Algérie. *54 p., 1 tabl., 5 pl.*..... 4 »

Cossmann. Contribution à l'étude de la faune de l'étage bathonien en France (Gastropodes). *374 p., 18 pl.*..... 12 »

Terquem. Les Entomostracés Ostracodes du système oolithique de la zone à Am. Parkinsoni de Fontoy (Moselle). *46 p., 6 pl.*..... 4 »

Terquem. Les Entomostracés Ostracodes du Fuller's Earth des environs de Varsovie. *112 p., 12 pl.*..... 6 »

C. Grand'Eury. Formation des couches de houille et du terrain houiller. *196 p., 10 pl.*..... 20 »

H. Filhol. Etudes sur les vertébrés fossiles d'Issel (Aude). *186 p., 21 pl.*..... 16 »

G. Cotteau. Echinides éocènes de la province d'Alicante. *107 p., 16 pl.*..... 14 »

A. Dollot, P. Godbille et G. Ramond. Les grandes plâtrières d'Argenteuil (Seine-et-Oise). Historique, genèse et distribution des formations gypseuses de la région parisienne. *48 p., 7 fig., 4 pl.*..... 5 »

P.-L. Prever. Aperçu géologique sur la colline de Turin. *48 p., 7 fig., 1 carte*.. 8 »

G. Zeil. Contribution à l'étude géologique du Haut-Tonkin. — H. Lantenois. Note sur la géologie de l'Indo-Chine. — René de Lamothe. Note sur la géologie du Cambodge et du Bas-Laos. *80 p., 1 pl., 3 cartes en couleurs* ..... 12 »

Général de Lamothe. Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne. *288 p., 3 pl., 1 carte en couleurs*..... 15

Léon Carez. Résumé de la Géologie des Pyrénées françaises. *132 p., 1 pl., 6 cartes en couleurs* .....

Maurice Lugeon. Etude géologique sur le projet de Barrage du Haut-Rhône français à Génissiat (près de Bellegarde). *136 p., 7 pl.*.....

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

MÉMOIRES-PALÉONTOLOGIE

PAR SOUSCRIPTION PAYABLE AVANT L'APPARITION DU VOLUME ANNUEL : FRANCE, 25 FRANCS, FRANCO. — ÉTRANGER, 28 FRANCS : FRANCO

Liste des Mémoires qui se vendent isolément :

Une remise de 20 °/₀ est accordée sur ces prix aux Membres de la Société

J. Seunes. Contributions à l'étude des Céphalopodes du Crétacé supérieur de France. *6 pl., 22 p.* ..... 10 »

Ch. Depéret. Les Animaux pliocènes du Roussillon. *17 pl., 188 p.* ..... 60 »

G. de Saporta. Recherches sur les végétaux du niveau aquitanien de Manosque, *20 pl., 83 p.* ..... 35 »

M. Cossmann. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours) ; Etudes sur les Gastropodes des terrains jurassiques : Opisthobranches, *6 pl., 168 p.* 14 50

S. Stefanescu, Etudes sur les terrains tertiaires de la Roumanie ; Contribution à l'études des faunes sarmatique, pontique et levantine. *11 pl., 152 p.* ..... 26 »

M. Cossmann. Contribution à la Paléontologie française des terrains jurassiques (en cours) ; Gastropodes : Nérinées, *13 pl., 180 p.* ..... 35 »

V. Popovici-Hatzeg. Contribution à l'étude de la faune du Crétacé supérieur de Roumanie ; Environs de Campulung et de Sinaïa, *2 pl., 22 p.* ..... 6 »

R. Zeiller. Etude sur la flore fossile du bassin houiller d'Héraclée (Asie-Mineure), *6 pl., 91 p.* ..... 15 »

P. Pallary. Sur les Mollusques fossiles terrestres, fluviatiles et saumâtres de l'Algérie, *4 pl., 218 p.* ..... 26 »

G. Sayn. Les Ammonites pyriteuses des marnes valanginiennes du Sud-Est de la France (en cours), *6 pl., 69 p.* ..... 17 »

J. Lambert. Les Echinides fossiles de la province de Barcelone. *9 pl., 128 p.* ..... 25 »

H.-E. Sauvage. Recherches sur les Vertébrés du Kimméridgien supérieur de Fumel (Lot-et-Garonne), *5 pl., 36 p.* ..... 12 »

Ch. Depéret et F. Roman. Monographie des Pectinidés néogènes de l'Europe et des régions voisines (1re partie : genre *Pecten*), (en cours), *17 pl., 140 p.* ..... 40 »

G. Dollfus et Ph. Dautzenberg. Conchyliogie du Miocène moyen du Bassin de la Loire ; Description des gisements fossilifères : Pélécypodes (en cours). *22 pl., 296 p.* 36 »

Marcellin Boule. Le *Pachyæna* de Vaugirard. *2 pl., 16 p.* ..... 5 »

V. Paquier. Les Rudistes urgoniens, *13 pl., 102 p.* ..... 28 »

Ar. Toucas. Etudes sur la classification et l'évolution des Hippurites, *17 pl., 128 p.* 38 »

Albert Gaudry. Fossiles de Patagonie : Dentition de quelques Mammifères. *28 p. 42 fig. dans le texte* ..... 4 »

Paul Lemoine et Robert Douvillé. Sur le genre *Lepidocyclina* Gümbel. *3 pl., 42 p.* 10 »

Ferdinand Canu. Les Bryozoaires du Patagonien. Echelle des Bryozoaires pour les Terrains tertiaires. *5 pl., 30 p.* ..... 11 »

Charles Eastmann. Les types de Poissons fossiles du Monte Bolca au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. *5 pl., 32 p.* ..... 11 »

V. Popovici-Hatzeg. Les Céphalopodes du jurassique moyen du Mont Strunga (massif de Bucegi, Roumanie). *6 pl., 28 p.* ..... 12 »

Ar. Toucas. Etudes sur la classification et l'évolution des Radiolitidés. *24 pl., 132 p.* 48 »

Edm. Pellat et M. Cossmann. Barrémien supérieur à faciès urgonien de Brouzet-lez-Alais (Gard), *9 fig. texte, 6 pl., 42 p.* ..... 13 »

Charles Jacob. Etude sur quelques Ammonites du Crétacé moyen. *44 fig., 9 pl., 64 p.* 20 »

A. Pezant. Etude iconographique des Pleurotomes fossiles du Bassin de Paris. *5 pl., 30 p.* ..... 12 »

P.-H. Fritel. Etudes sur les végétaux fossiles de l'étage Sparnacien du Bassin de Paris. *3 pl., 37 p.* ..... 10 »

Henri Douvillé. Etudes sur les Rudistes. Rudistes de Sicile, d'Algérie, d'Egypte, du Liban et de la Perse. *7 pl., 84 p.* ..... 20 »

Léon Pervinquière. Sur quelques Ammonites du Crétacé algérien. *7 pl., 86 p.* 20 »

Robert Douvillé. Céphalopodes argentins. *3 pl., 24 p.* ..... 7 »

Gustave F. Dollfus. Les coquilles du Quaternaire marin du Sénégal. Introduction géologique par A. Dereims. *4 fig., 4 pl., 72 p.* ..... 14 »

MACON, PROTAT FRÈRES, IMPRIMEURS *Le gérant de la Soc. géologique :* L. Mémin.

310

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01369 1977